

TREBALL FI DE GRAU

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**AUDITORIA DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DE  
L'ENLLUMENAT PÚBLIC DE LA CIUTAT DE MATARÓ**



**Memòria i Annexos**

<b>Autor:</b>	Carlos Larrosa Valderrama
<b>Director:</b>	Juan Antonio García-Alzorriz
<b>Co-Director:</b>	Josep Valero Lara
<b>Convocatòria:</b>	Maig 2018

## Resum

L'objectiu d'aquest projecte és la realització d'una auditoria de l'eficiència energètica de l'enllumenat públic de la ciutat de Mataró per tal de veure quin és l'estat actual del municipi en quant a eficiència, comparar aquesta situació amb els pobles propers i proposar possibles millores per tal de millorar aquesta eficiència energètica.

Per la realització d'aquest projecte es definiran les tecnologies utilitzades actualment a la ciutat i es buscarà la millor opció que permeti millorar l'eficiència de l'enllumenat públic. Alhora es farà un estudi lumínic per examinar l'estat inicial de la ciutat, s'interpretaran les dades obtingudes i es faran els càlculs necessaris per tal d'extreure una etiqueta energètica per cada quadre per veure quins d'aquests quadres són favorables i quins tenen marge de millora. Un cop obtinguda l'etiqueta energètica de cada quadre caldrà fer una mitja que defineixi l'estat actual de la ciutat de Mataró.

Finalment, les propostes de millora faran que l'eficiència energètica de la ciutat sigui la millor i permetrà un estalvi important pel consum d'electricitat de la ciutat mentre s'ajuda a reduir l'impacte ambiental produït per molts models de lluminària antiquats.

*Darrera modificació d'aquest document: 2 de Maig de 2018*

## Resumen

El objetivo de este proyecto es la realización de una auditoría de la eficiencia energética de la iluminación pública de la ciudad de Mataró con tal de ver cuál es el estado del municipio en cuanto a eficiencia, comparar esta situación con los pueblos próximos y proponer posibles mejoras con tal de mejorar ésta eficiencia energética.

Para la realización de este proyecto se definirán las tecnologías utilizadas actualmente en la ciudad y se buscará la mejor opción que permita mejorar la eficiencia de la iluminación pública. A la vez se hará un estudio lumínico para examinar el estado inicial de la ciudad, se interpretaran los datos obtenidos y se harán los cálculos necesarios con tal de extraer una etiqueta energética para cada cuadro para ver cuáles de éstos cuadros son favorables y cuáles tienen margen de mejora. Una vez obtenida la etiqueta energética de cada cuadro hará falta hacer una media que defina el estado actual de la ciudad de Mataró.

Finalmente, las propuestas de mejora harán que la eficiencia energética de la ciudad sea la mejor y permitirá un ahorro importante para el consumo de electricidad de la ciudad mientras se ayuda a reducir el impacto ambiental producido por muchos modelos de luz anticuados.

## Abstract

The object of this project is the realization of an audit about energy efficiency of public lighting in the city of Mataró to see what the state of the municipality is in terms of efficiency, compare this situation with nearby towns and propose possible improvements in order to improve this energy efficiency.

For the realization of this project, the technologies currently used in the city will be defined and the best option for improving the efficiency of public lighting will be searched. At the same time a light study will be done to examine the initial state of the city, the data obtained will be interpreted and the necessary calculations will be made in order to extract an energy label for each distribution panel to see which of those distribution panels are favourable and which have room for improvement. Once the energy label of each distribution panel has been obtained, it will be necessary to make an average that defines the current state of the city of Mataró.

Finally, the improvement proposals will make the city's energy efficiency the best and will allow significant savings for the city's electricity consumption while helping to reduce the environmental impact caused by many outdated light models.

## Agraïments

Vull expressar el meu agraïment a la meua parella per haver-me recolzat i haver-me motivat a seguir treballant mentre m'ajudava a corregir errors i em donava idees noves.

Expressar també el meu agraïment a l'empresa en la qual he estat fent pràctiques, Electricitat Boquet S.L., per haver-me ajudat aportant eines, informació imprescindible i la idea per la realització d'aquest treball.

Agrair a l'Ajuntament de Mataró per aportar informació necessària per la realització d'aquest treball i per descriure els punts clau a assolir pel mateix.

Donar les gràcies també al tutor del treball, Juan Antonio García-Alzórriz, per l'ajuda donada durant la realització d'aquest treball.

## Resum de figures i taules

<b>Figura 1.1.</b> Imatge del model de luxímetre utilitzat .....	2
<b>Figura 1.2.</b> Lluminiària subjectada a la columna .....	3
<b>Figura 1.3.</b> Lluminiària subjectada a un braç .....	4
<b>Figura 1.4.</b> Lluminiària subjectada a un bàcul .....	4
<b>Figura 1.5.</b> Lluminiària a façana .....	5
<b>Figura 1.6.</b> Lluminiària encastada .....	5
<b>Figura 1.7.</b> Lluminiària a terra .....	6
<b>Figura 1.8.</b> Lluminiària unida a una balisa.....	6
<b>Figura 3.1.</b> Plànol en planta de Mataró .....	11
<b>Figura 3.2.</b> Dibuix amb les zones on s'han d'agafar les dades.....	13
<b>Figura 3.3.</b> Plànol de Mataró amb les zones on s'han agafat mesures amb el cotxe .....	14
<b>Figura 3.4.</b> Taula 1 de la ITC-EA-02.....	15
<b>Figura 3.5.</b> Taula 2 de la ITC-EA-02.....	16
<b>Figura 3.6.</b> Taula 3 de la ITC-EA-02.....	17
<b>Figura 3.7.</b> Taula 4 de la ITC-EA-02.....	17
<b>Figura 3.8.</b> Taula 5 de la ITC-EA-02.....	18
<b>Figura 3.9.</b> Fragment de l'excel utilitzat per la classificació de carrers .....	18
<b>Figura 3.10.</b> Gràfica on es mostra la quantitat de carrers de cada classe.....	19
<b>Figura 3.11.</b> Gràfica amb el percentatge de la quantitat de carrers per classe .....	20
<b>Figura 4.1.</b> Exemple del funcionament de l'expressió 'BUSCAR' .....	23
<b>Figura 4.2.</b> Codi de la Macro utilitzada .....	24
<b>Figura 4.3.</b> Fragment del document en access utilitzat.....	25
<b>Figura 4.4.</b> Codi MySQL utilitzat per la consulta .....	25
<b>Figura 5.1.</b> Taula 3 de la ITC-EA-01.....	26
<b>Figura 5.2.</b> Taula 4 de la ITC-EA-01.....	28
<b>Figura 5.3.</b> Etiqueta energètica d'exemple .....	28
<b>Figura 6.1.</b> Fragment de l'excel amb el càlcul de l'etiqueta del quadre AB .....	29
<b>Figura 6.2.</b> Fragment d'excel amb les etiquetes energètiques dels quadres.....	29
<b>Figura 6.3.</b> Imatge de Mataró amb les etiquetes dels quadres per colors .....	30
<b>Figura 6.4.</b> Imatge descriptiva de la contaminació lumínica .....	32

<b>Taula 1.1.</b> Distribució de les tecnologies actuals .....	3
<b>Taula 3.1.</b> Taula per la presa de mesures.....	12
<b>Taula 6.1.</b> Resultats obtinguts per l'eficiència energètica dels quadres .....	30
<b>Taula 6.2.</b> Llistat de quadres a pressupostar.....	31
<b>Taula 6.3.</b> Taula d'eficiència energètica per quadres en tant per cent d'Argentona.....	33
<b>Taula 6.4.</b> Taula d'eficiència energètica per quadres en tant per cent de Mataró.....	33

# Índex

RESUM	
RESUMEN	I
ABSTRACT	II
AGRAÏMENTS	III
RESUM DE FIGURES I TAULES	IV
<b>1. PREFACI</b>	<b>1</b>
1.1. Origen del treball	1
1.2. Definicions per millorar la comprensió del projecte	1
1.3. Requeriments previs	7
<b>2. INTRODUCCIÓ</b>	<b>9</b>
2.1. Objectius del treball	9
2.2. Abast del treball	9
2.3. Evolució de l'enllumenat	9
2.4. Avantatges i inconvenients del LED envers les altres tecnologies	10
<b>3. REALITZACIÓ D'UN ESTUDI LUMÍNIC</b>	<b>11</b>
3.1. Presa de mesures	12
3.2. Tipus de carrers	14
<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>21</b>
4.1. Tractament de les dades	21
<b>5. CÀLCULS</b>	<b>26</b>
5.1. Càlcul de l'eficiència energètica	26
5.2. Càlcul de l'índex d'eficiència energètica	27
5.3. Etiqueta energètica	27
<b>6. ANÀLISI DE L'IMPACTE AMBIENTAL</b>	<b>29</b>
6.1. Estat actual	29
6.2. Propostes de millora	31
6.3. Impacte ambiental	32
6.4. Comparació dels resultats amb altres pobles	33



<b>CONCLUSIONS</b>	<b>35</b>
<b>PRESSUPOSTOS</b>	<b>37</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>53</b>
<b>ANNEX A</b>	<b>55</b>
A1. Càlculs.....	55
A2. Plànols .....	63



# 1. Prefaci

## 1.1. Origen del treball

Aquest treball prové de l'Ajuntament de Mataró, on fins ara no hi havia cap qualificació energètica i, tenint en compte la importància que està adquirint l'eficiència energètica actualment, és recomanable tenir una qualificació energètica favorable, sorgint la idea de fer aquest treball per tal d'avaluar l'estat actual de la il·luminació pública de la ciutat.

Aquesta idea va ser transmesa a l'empresa de manteniment de l'enllumenat públic de Mataró, que és Electricitat Boquet S.L., per tal de fer aquest estudi i va ser el tema proposat per aquest treball final de grau.

## 1.2. Definicions per millorar la comprensió del projecte

Per tal de poder entendre correctament aquest projecte cal definir els conceptes bàsics que s'utilitzaran. Aquests conceptes són els següents:

- Làmpada: és l'element que produeix la llum. N'hi ha de diferents tipus, que s'explicaran més endavant.
- Lluminiària: és el conjunt de la làmpada i la carcassa que l'envolta. Es pot col·locar de diferents maneres, com s'explicarà després.
- Punt de llum: és el conjunt de la lluminiària amb el suport (en el cas de que en tingui).
- Registre (estudi lumínic): és una dada obtinguda amb el luxímetre.
- Luxímetre: és l'aparell que permet mesurar la quantitat de lux que arriben a cert punt.
- Lux: és la unitat que mesura la quantitat de llum (il·luminació).
- Contaminació lumínica: s'entén per contaminació lumínica a la llum difusa que desprèn una lluminiària, projectant-se en una zona no desitjada a causa de la dispersió de la llum.

El model de luxímetre cedit per l'empresa és el següent:



**Figura 1.1.** Imatge del model de luxímetre utilitzat (Font: [2])

Els tipus de làmpades utilitzats actualment a Mataró són els següents:

- Halogenurs metàl·lics (HM): són làmpades de descàrrega d'alta potència on la llum es crea amb un arc elèctric que travessa una barreja de gasos formada per argó, mercuri i halogenurs metàl·lics.
- Vapor de mercuri (VM): són làmpades de descàrrega d'alta pressió on la llum es crea amb un arc elèctric que travessa un núvol de vapor de mercuri.
- Vapor de sodi d'alta pressió (VSAP): són làmpades de descàrrega d'alta pressió on la llum es crea amb un arc elèctric que travessa un núvol de vapor de sodi.
- Fluorescent (FLU): són làmpades que funcionen amb la ionització dels gasos que es troben al seu interior, que quan deixen l'estat d'excitació, emeten la llum visible.
- LED: són làmpades formades per conjunts de díodes LED que emeten la llum quan hi circula corrent gràcies a la unió P-N, que emet energia en forma de fotons.

Per comprendre millor la situació actual de l'enllumenat de la ciutat de Mataró es mostra una taula amb la quantitat de punts de llum de cada tecnologia.

**Taula 1.1.** Distribució de les tecnologies actuals

	Quantitat	Percentatge
VSAP	10614	64,79
HM	405	2,47
LED	4333	26,45
VM	863	5,27
FLU	167	1,02

Les lluminàries es poden col·locar de diferents maneres, com s'explicarà a continuació:

- Sobre columna o bàcul: la lluminària es col·loca a la part superior de la columna o del bàcul (Figura 1.3). Pot anar subjectada a la mateixa columna (Figura 1.1) o a un braç (Figura 1.2). Cal afegir que la columna pot ser de metall, de fusta o de formigó.
- A façana: la lluminària es subjecta a un braç enganxat a la paret (Figura 1.4).
- Encastada: la lluminària va col·locada directament a la paret (Figura 1.5).
- A terra: la lluminària es col·loca a nivell del carrer o lleugerament per sobre (Figura 1.6).
- Balisa: la lluminària va unida a un suport (Figura 1.7).

Les dues primeres opcions són utilitzades en l'enllumenat vial (carreteres), en canvi, les altres tres s'utilitzen en l'enllumenat ambiental (parcs i places generalment).



**Figura 1.2.** Luminària subjectada a la columna (Font: [3])



**Figura 1.3.** Luminària subjectada a un braç (Font: [4])



**Figura 1.4.** Luminària subjectada a un bàcul (Font: [5])

Les columnes poden tenir més d'una lluminària tant si són amb braç o sense, i els bàculs també poden tenir més braços units o una lluminària col·locada abans de la desviació.



**Figura 1.5.** L·luminària a façana (Font: [6])



**Figura 1.6.** L·luminària encastada (Font: [7])



**Figura 1.7.** Luminària a terra (Font: [8])



**Figura 1.8.** Luminària unida a una balisa (Font: [9])



### **1.3. Requeriments previs**

Per poder realitzar aquest estudi cal tenir tota la informació tant de potència com de col·locació de tots els punts de llum, que s'ha obtingut per la col·laboració de l'empresa encarregada de l'enllumenat públic de la ciutat. També cal la informació de tots els carrers, que és proporcionada per l'ajuntament.

Apart d'aquesta informació cal tenir aparells per mesurar la llum que emeten els llums per cada tram de carrer, i aquests són proporcionats també per l'empresa encarregada del manteniment de l'enllumenat a més d'un estudi lumínic ja fet per l'empresa.

També és important tenir coneixements sobre les diferents tecnologies de les làmpades i el seu funcionament.



## **2. Introducció**

Aquest treball consisteix en l'obtenció d'una etiqueta energètica per la ciutat de Mataró mitjançant una auditoria energètica. L'objectiu d'obtenir aquesta etiqueta energètica és veure quin és l'estat actual de l'enllumenat públic de la ciutat i buscar formes de millorar aquesta situació. També pot servir per comparar l'eficiència energètica envers els pobles circumdants.

### **2.1. Objectius del treball**

L'objectiu del treball és calcular l'eficiència energètica de la ciutat de Mataró. Un cop calculada l'eficiència energètica s'obté l'etiqueta energètica, que és l'indicatiu que serveix per saber si la ciutat és eficient o no i la millora d'aquesta etiqueta pot comportar un estalvi tant energètic com econòmic molt important. Aquesta informació és molt important per una ciutat tan gran com la de Mataró, que és la capital del Maresme.

### **2.2. Abast del treball**

L'abast del treball és l'obtenció de les dades necessàries per part de l'empresa mantenidora i l'ajuntament de la ciutat, el tractament de les mateixes per poder fer els càlculs corresponents, un cop fets es fa l'anàlisi dels resultats obtinguts i es comparen els resultats amb altres pobles, i també es fan propostes de millora de l'eficiència energètica i amb tot, treure les conclusions finals.

En aquest treball no es tindran en compte els passos soterranis ja que implicaria una major inversió de temps i no és necessari per extreure conclusions útils, ja que el més important és una bona il·luminació de la ciutat.

### **2.3. Evolució de l'enllumenat**

Anteriorment s'utilitzaven models amb poc rendiment i amb tecnologies molt contaminants tant pel medi ambient com pel territori pròxim (per la contaminació lumínica), com per exemple el vapor de mercuri. Amb el pas del temps han anat apareixent noves tecnologies com el vapor de sodi d'alta pressió (VSAP) que han substituït gran part de les lluminàries anteriors.

Actualment, amb l'aparició del LED, que té avantatges com el seu gran estalvi energètic, l'encesa immediata (en les altres tecnologies cal esperar per arribar a l'estat de funcionament normal) o la seva elevada vida útil, es pot millorar molt el rendiment de les lluminàries i reduir tant el consum com la contaminació lumínica, ja que el LED és direccional, és a dir, es pot enfocar a la zona que es vol

il·luminar amb poca dispersió de la llum. A més, no és necessari tant manteniment com amb les altres tecnologies.

## 2.4. Avantatges i inconvenients del LED envers les altres tecnologies

Actualment, la tecnologia més utilitzada per l'enllumenat públic és el vapor de sodi d'alta pressió. Això fa pensar que és la tecnologia que millor s'adapta a les necessitats d'il·luminació de les ciutats i pobles.

Llavors, com pot ser que s'estiguin canviant moltes làmpades de vapor de sodi d'alta pressió per tecnologia LED?

Amb l'aparició del LED, s'ha vist que té molts avantatges respecte les altres tecnologies. Aquests avantatges es mostren a continuació:

- Té un important estalvi energètic. Aporten la mateixa quantitat de llum consumint menys.
- Té una vida útil molt elevada.
- L'encesa és immediata (les altres tecnologies necessiten temps per encendre's).
- És direccional, és a dir, il·lumina la zona requerida sense tenir molta difusió.
- Requereix molt poc manteniment, degut a la seva llarga vida útil.
- No utilitza vapors contaminants i/o perillosos com el vapor de mercuri.
- És resistent a caigudes de tensió.
- Quan acaba la seva vida útil no es fonen, sinó que baixen el nivell de lluminositat fins un 70 % aproximadament.

Alhora, el LED té un inconvenient molt important, que és el seu cost, més elevat que el de la resta de tecnologies.

### 3. Realització d'un estudi lumínic

L'empresa encarregada del manteniment de la ciutat ha proporcionat un estudi lumínic realitzat amb un luxímetre muntat a la part superior d'un cotxe que consta de tres sondes, una sonda a cada banda més la sonda central. Amb les dades de les tres sondes s'obté la mitja, que és el valor que s'utilitza més endavant pel tractament de les dades juntament amb les coordenades d'aquestes mesures. Aquestes mesures preses amb el cotxe han sigut possible amb el sistema LX-GPS, que assigna unes coordenades a cadascuna de les mesures luminotècniques.

Donat que aquest estudi lumínic no cobreix totes les zones desitjades, cal realitzar més mesures a les zones on no ha arribat el cotxe.



**Figura 3.1.** Plànol en planta de Mataró

Com es pot veure a la Figura 3.1, Mataró és una ciutat molt gran, i sense l'ajuda del luxímetre col·locat a la part superior del cotxe s'hauria trigat molt de temps en poder fer l'estudi.

### 3.1. Presa de mesures

Per la realització de l'estudi lumínic de l'enllumenat vial que complimenta l'estudi realitzat pel cotxe s'utilitza un luxímetre (cedit per l'empresa col·laboradora) i es segueix l'anomenat "mètode dels 9 punts", que consisteix en agafar mesures amb el luxímetre a nivell del terra en els punts clau marcats en la figura 3.2, omplint la taula 3.1.

**Taula 3.1.** Taula per la presa de mesures

	1	2	3	4	5
B	B1	B2	B3	B4	B5
C	C1	C2	C3	C4	C5
D	D1	D2	D3	D4	D5

A la taula hi ha espai per 15 mesures, però com que la calçada és simètrica, els valors de la columna 1 seran iguals al valors de la columna 5 i els valors de la columna 2 seran iguals que els de la columna 4, per tant, només s'han de prendre mesures de 9 dels punts.

Un cop agafades les mesures es calculen la il·luminació dels 9 punts que defineixen el mètode utilitzant les fórmules següents:

$$E_1 = \frac{B_1 + B_5}{2} \quad (3.1)$$

$$E_2 = \frac{C_1 + C_5}{2} \quad (3.2)$$

$$E_3 = \frac{D_1 + D_5}{2} \quad (3.3)$$

$$E_4 = \frac{B_2 + B_4}{2} \quad (3.4)$$

$$E_5 = \frac{C_2 + C_4}{2} \quad (3.5)$$

$$E_6 = \frac{D_2 + D_4}{2} \quad (3.6)$$

$$E_7 = B_3 \quad (3.7)$$

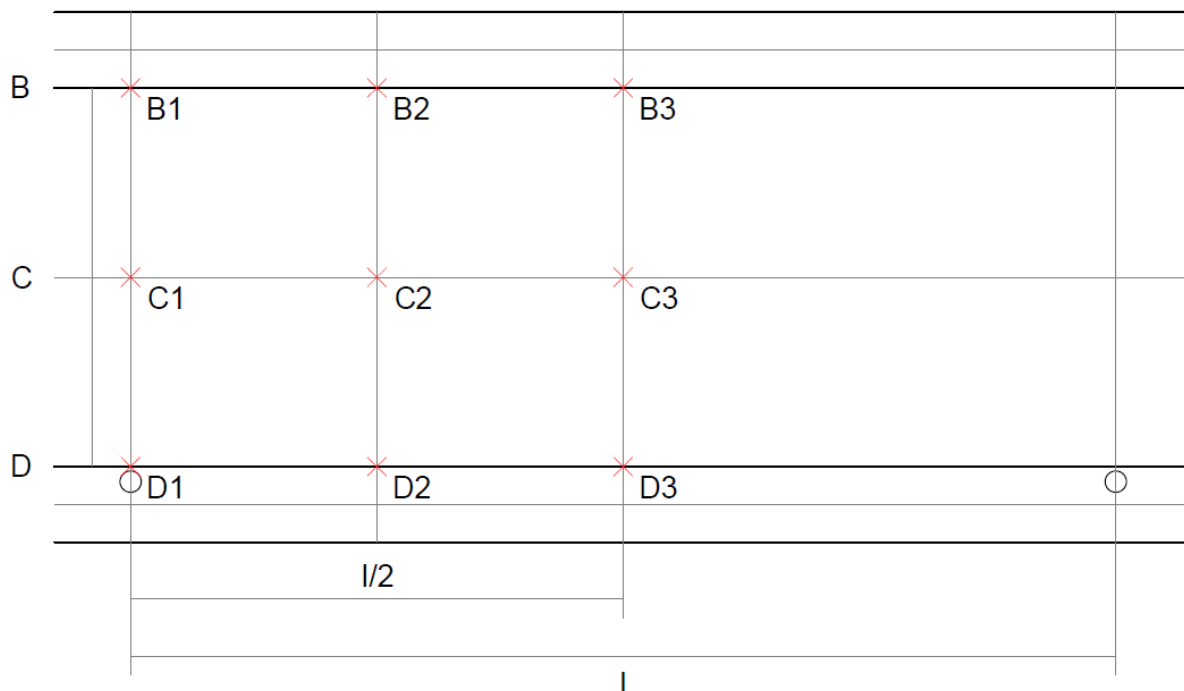
$$E_8 = C_3 \quad (3.8)$$

$$E_9 = D_3 \quad (3.9)$$

Un cop calculades les luminàncies, es calcula la il·luminació mitja fent servir la fórmula 3.10 i també s'obté la uniformitat mitja amb la fórmula 3.11.

$$E_m = \frac{E_1 + 2 * E_2 + E_3 + 2 * E_4 + 4 * E_5 + 2 * E_6 + E_7 + 2 * E_8 + E_9}{16} \quad (3.10)$$

$$U_m = \frac{E_{min}}{E_m} \quad (3.11)$$



**Figura 3.2.** Dibuix amb les zones on s'han d'agafar les dades

Per la realització de l'estudi lumínic de l'enllumenat ambiental també s'utilitza el luxímetre, que servirà per agafar mesures en els llocs amb més recorregut de gent del parc, és a dir, els camins que hi ha. A les zones allunyades dels camins no és necessari que hi hagi llum per la nit.



**Figura 3.3.** Plànol de Mataró amb les zones on s'han agafat mesures amb el cotxe

Com es pot veure a la Figura 3.3, hi ha una gran quantitat de mesures preses amb el cotxe per tota la ciutat.

### 3.2. Tipus de carrers

Els carrers de les ciutats es poden classificar de diferents maneres, i aquestes venen definides a la ITC-EA-02.

La primera classificació que es fa és per la velocitat de circulació, que fa una distinció en 5 tipus que són les lletres A, per velocitats altes, B, per velocitats mitges, C, per carrils bici, D, per velocitats baixes i E per zones de vianants. Això es mostra a la Figura 3.4.



Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

**Figura 3.4.** Taula 1 de la ITC-EA-02 (Font: [14])

Després d'aquesta primera classificació, es desglossa cadascuna d'aquestes per tal de definir les situacions de projecte entrant més en profunditat en el tipus de via que es tracta. Això permet definir quina classe d'enllumenat cal fer servir per cada tram de via.

Aquesta segona classificació ve donada per les taules 2,3,4 i 5 de la ITC-EA-02.

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado(*)		
A1	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías).</b> Intensidad de tráfico Alta (IMD) ≥ 25.000 ..... Media (IMD) ≥ 15.000 y &lt; 25.000 ..... Baja (IMD) &lt; 15.000 .....</li></ul>	ME1 ME2 ME3a		
	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas).</b> Intensidad de tráfico Alta (IMD) &gt; 15.000 ..... Media y baja (IMD) &lt; 15.000 .....</li></ul>		ME1 ME2	
	A2	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Carreteras interurbanas sin separación de aceras o carriles bici.</b></li><li>• <b>Carreteras locales en zonas rurales sin vía de servicio.</b> Intensidad de tráfico IMD ≥ 7.000 ..... IMD &lt; 7.000 .....</li></ul>		ME1 / ME2 ME3a / ME4a
A3	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Vías colectoras y rondas de circunvalación.</b></li><li>• <b>Carreteras interurbanas con accesos no restringidos.</b></li><li>• <b>Vías urbanas de tráfico importante, rápidas radiales y de distribución urbana a distritos.</b></li><li>• <b>Vías principales de la ciudad y travesía de poblaciones.</b> Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. IMD ≥ 25.000 ..... IMD ≥ 15.000 y &lt; 25.000 ..... IMD ≥ 7.000 y &lt; 15.000 ..... IMD &lt; 7.000 .....</li></ul>	ME1 ME2 ME3b ME4a / ME4b		
(*) Para todas las situaciones de proyecto (A1, A2 y A3), cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.				

Figura 3.5. Taula 2 de la ITC-EA-02 (Font: [14])

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
B1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante.</li> <li>Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.</li> </ul> Intensidad de tráfico IMD $\geq$ 7.000 ..... IMD $<$ 7.000 .....	ME2 / ME3c ME4b / ME5 / ME6
B2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carreteras locales en áreas rurales.</li> </ul> Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. IMD $\geq$ 7.000 ..... IMD $<$ 7.000 .....	ME2 / ME3b ME4b / ME5
(*) Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.		

Figura 3.6. Taula 3 de la ITC-EA-02 (Font: [14])

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
C1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas</li> </ul> Flujo de tráfico de ciclistas Alto ..... Normal .....	S1 / S2 S3 / S4
D1 - D2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías.</li> <li>Aparcamientos en general.</li> <li>Estaciones de autobuses.</li> </ul> Flujo de tráfico de peatones Alto ..... Normal .....	CE1A / CE2 CE3 / CE4
D3 - D4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada</li> <li>Zonas de velocidad muy limitada</li> </ul> Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto ..... Normal .....	CE2 / S1 / S2 S3 / S4
(*) Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.		

Figura 3.7. Taula 4 de la ITC-EA-02 (Font: [14])

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
E1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.</i></li> <li>• <i>Paradas de autobús con zonas de espera</i></li> <li>• <i>Áreas comerciales peatonales.</i></li> </ul> Flujo de tráfico de peatones Alto ..... Normal.....	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
E2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.</i></li> </ul> Flujo de tráfico de peatones Alto ..... Normal.....	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4

(\*) Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

**Figura 3.8.** Taula 5 de la ITC-EA-02 (Font: [14])

Amb aquestes taules s'ha elaborat un excel per tal de classificar tots els carrers segons el seu tipus per tal de veure quines restriccions s'han de complir.

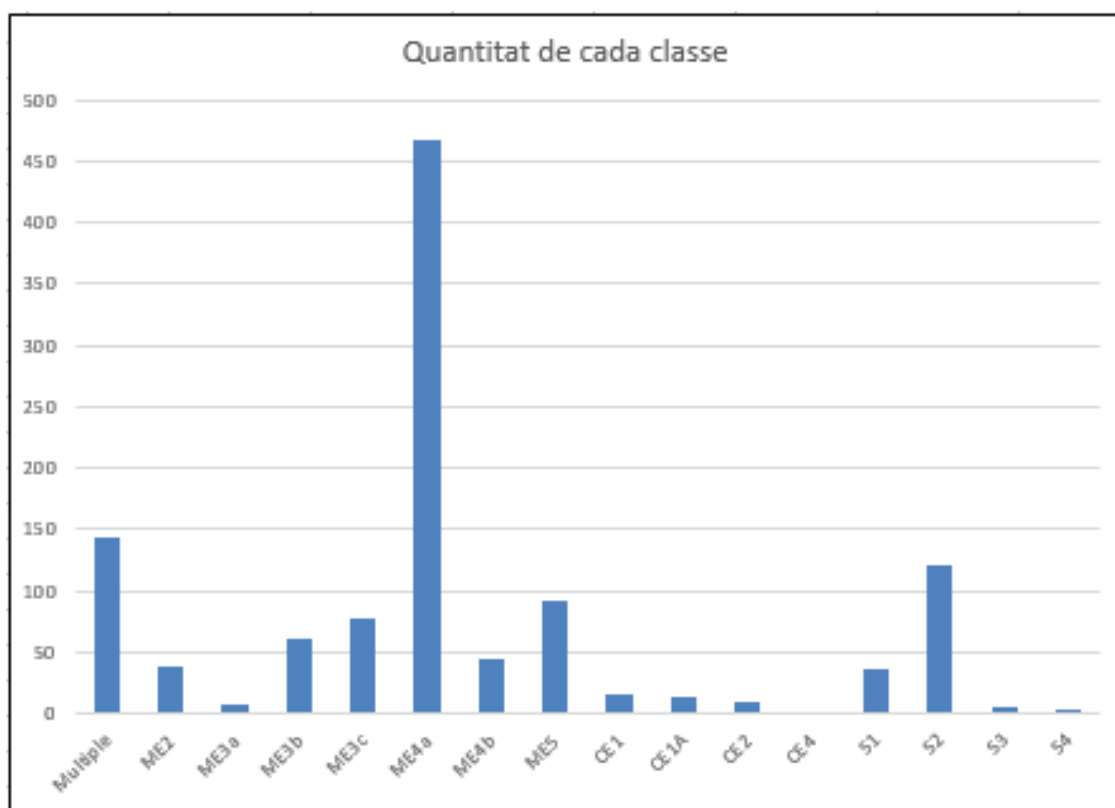
Aquest és un exemple del document excel utilitzat per la classificació de carrers:

Rid	Quadre	Codi	Descripció	Tipus Via	Classif.	Comentaris
1	A	2680	C. de Juan de la Cierva	ME4a	B	Quadre en obres
2	A	2450	C. d'Isaac Peral	ME5	B	Quadre en obres
3	A	3590	C. de Narcís Monturiol	ME4b	B	Quadre en obres
4	A	3830	PG. de Marina	S2	E	Quadre en obres
5	A	0	PAS Soterrani Juan de la Cierva	CE1	E	Quadre en obres
9	AB	780	CAMI Ral	ME3c	B	
10	AB	990	C. de Cosme Churruca	ME4a	B	
11	AB	3291	PAS de l'Estació	CE1	E	
12	AE	780	CAMI Ral	ME3c	B	
13	AE	4800	C. de Sant Pere	ME4a	B	
14	AE	4605	C. de Sant Felicià	ME4a	B	
15	AE	4620	C. de Sant Francesc d'Assís	CE2	E	
16	AF	780	CAMI Ral	ME3c	B	
17	AF	2810	La Rambla	CE1A	E	
18	AF	4900	PL. de Santa Anna	CE1A	B	
19	AF	3500	Muralla d'En Titus	ME4a	B	
20	AF	440	BDA. de Santa Anna	S1	D	
21	AF	1240	C. de Jaume Ibran	ME4a	B	
22	AF	4470	C. de Sant Agustí	S2	D	
23	AG	510	C. de Barcelona	CE1A	E	
24	AG	1221	PL. de la Peixateria	CE1A	E	
25	AG	1236	C. de Can Xammar	CE2	E	
26	AG	1237	PL. de Can Xammar	S1/S2/S3	E	
27	AG	420	BDA. de les Escaletes	S2	D	
28	AG	1350	C. de Na Pau	S2	D	
29	AG	4540	C. de Sant Cristòfor	S2	E	

**Figura 3.9.** Fragment de l'excel utilitzat per la classificació de carrers

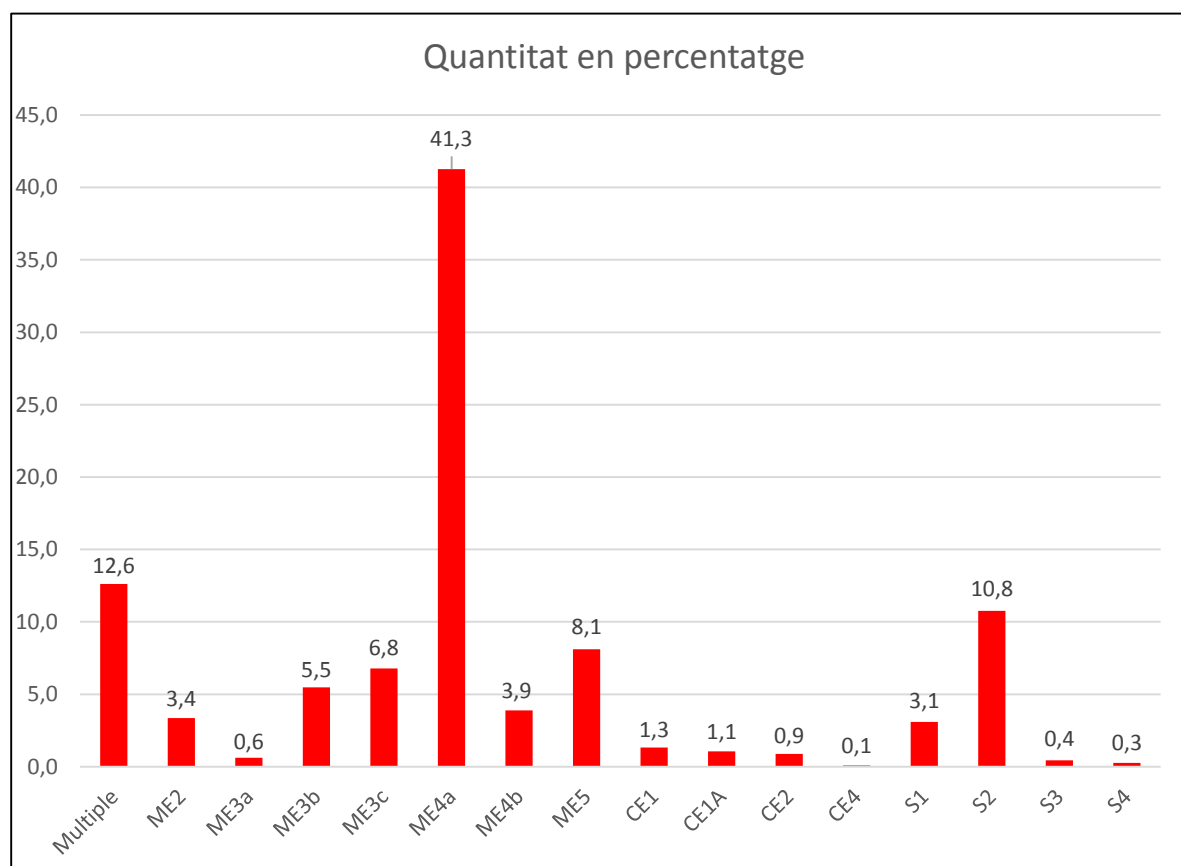


Un cop feta la classificació de carrers obtenim la gràfica següent:



**Figura 3.10.** Gràfica on es mostra la quantitat de carrers de cada classe.

Donat que hi ha un gran nombre de carrers, la forma més adequada de mostrar aquesta informació és en percentatge, com es mostra a continuació:



**Figura 3.11.** Gràfica amb el percentatge de la quantitat de carrers per classe

Cal aclarir que la columna múltiple és perquè un mateix carrer pot tenir més d'una classe, ja que pot tenir trams amb diferent distinció. Quan s'hagi d'escollir una classe dels carrers múltiples, s'escollirà l'opció més restrictiva.

En el cas dels estudis lumínics en parcs, places o jardins es tindrà la mateixa consideració que els carrers amb classificació E, és a dir, els carrers de vianants.

Com es pot observar a la gràfica, la classe més habitual de carrer amb molta diferència és la ME4a.

## 4. Metodologia

El primer que s'ha de fer és obtenir les dades, que en aquest cas seran proporcionades per l'ajuntament de Mataró i per l'empresa que s'encarrega del manteniment de l'enllumenat públic, Electricitat Boquet S.L.

Un cop obtingudes les dades s'han de tractar, ja que no sempre venen només les dades que es necessiten, sinó que venen en documents amb molta més informació i s'ha de filtrar.

### 4.1. Tractament de les dades

Les dades obtingudes contenen molta més informació de la que es necessita, com per exemple, les dades d'instal·lació o modificació.

Les dades principals que es necessiten per la realització dels càlculs són les potències, les coordenades, les superfícies i la il·luminació.

Aquests valors s'han d'agafar de 3 fonts d'informació, que són:

- L'estudi lumínic, on s'extreuen les coordenades de les mesures i la il·luminació mitja.
- L'inventari de punts de llum, on s'extreuen les potències i les coordenades dels punts de llum.
- Informació dels carrers, d'on s'extreuen les superfícies dels trams i els codis dels mateixos.

L'inventari consta de 16.382 punts de llum, i l'estudi lumínic consta de 163.954 registres. Aquesta gran quantitat de dades dificulta la tractació d'aquestes dades i allarga el procés de filtratge. A més dels 163.954 registres ha calgut anar a agafar mesures a zones on no havia arribat l'estudi lumínic per tal de complementar l'estudi, obtenint així 564 registres més anant a peu amb el luxímetre.

El que interessa obtenir amb aquestes dades és assignar a cada tram de carrer els punts de llum que contingui, i aquests punts de llum tenen assignada una potència. Alhora, aquest punts de llum tindran assignada una il·luminació mitja, que també serà necessària pel càlcul de l'eficiència energètica.

Per tal d'assignar una il·luminació mitja a cada punt de llum s'ha de buscar una forma de relacionar els punts de llum amb els registres de l'estudi lumínic. Aquesta relació es pot calcular fent una agrupació dels registres que es trobin dins d'un radi concret al voltant de cada punt de llum. Aquest radi depèn de la interdistància entre els punts de llum, ja que el radi serà aproximadament la meitat d'aquesta distància. Un cop agrupats els registres es fa la mitja, obtenint així la il·luminació mitja de cada punt de llum.

Un cop filtrada la informació i tenint clar el procediment, s'ha d'escollir l'eina amb la qual es faran els càlculs, que en aquest cas és l'excel.

Les expressions que s'han fet servir a l'excel per trobar la il·luminació mitja dels punts de llum són les següents:

$$= SI(RAIZ((X - X')^2 + (Y - Y')^2) <= I; V; 0) \quad (4.1)$$

On:

X: Coordenada x del registre

X': Coordenada x del punt de llum

Y: Coordenada y del registre

Y': Coordenada y del punt de llum

I: Interdistància/2

V: Valor de la il·luminació

Primerament es troba la distància entre cada registre de l'estudi lumínic i el punt de llum. Un cop trobada la distància s'aplica el condicional, que fa que el resultat de l'equació doni 0 quan la distància sigui més gran a la interdistància o donant el valor de la il·luminació mitja en el cas de que es trobi a una distància menor o igual.

Amb aquesta equació es pot trobar quins són els registres que es troben dins del rang buscat i quina il·luminació tenen. A continuació es fa la suma de tots els valors trobats, obtenint així la il·luminació total de tots els registres buscats mitjançant l'operador =SUMA() de l'excel.

Ara, s'utilitza un altre condicional per saber quants valors hi ha que siguin diferents de 0. L'expressió utilitzada és la següent:

$$= CONTAR.SI(Valor;" > 0") \quad (4.2)$$

Així es pot saber quants registres es troben en el rang buscat, ja que compta les caselles on hi ha un valor més gran que 0. Després, dividint la suma trobada anteriorment entre aquest valor es troba la il·luminació mitja del punt de llum.



Aquest procediment s'ha de fer per cadascun dels 16.383 punt de llum, per tant, s'ha de buscar una forma d'automatitzar-ho per estalviar temps.

Per tal d'automatitzar el procediment, es fa que totes les equacions estiguin referenciades a una casella concreta, que serà la de l'etiqueta del punt de llum buscat.

Una de les expressions utilitzades és la de =BUSCAR(), que fa que es mostri un valor ubicat a la mateixa fila que la referència buscada (etiqueta), obtenint així els valors de les coordenades X i Y de l'etiqueta buscada. A continuació s'utilitzen els condicionals de (4.1) i (4.2) on X' serà el valor trobat per l'expressió =BUSCAR() de la coordenada X de l'etiqueta i Y' serà el valor trobat per l'expressió =BUSCAR() de la coordenada Y de l'etiqueta.

Aquest és un exemple del funcionament de la funció =BUSCAR():

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		Etiquetes	Coorenada X	Coordenada Y						
3		1	AAA	111		Etiqueta buscada				Coordenada X
4		2	BBB	222		3	= BUSCAR(F4;B3:B7;C3:C7)	>>>		CCC
5		3	CCC	333						Coordenada Y
6		4	DDD	444			= BUSCAR(F4;B3:B7;D3:D7)	>>>		333
7		5	EEE	555						

**Figura 4.1.** Exemple del funcionament de l'expressió 'BUSCAR'

Com es pot observar a la Figura 4.1. l'expressió busca el valor de la casella F4 (que és 3) dins del rang B3 a B7 i mostra el valor de la mateixa fila que l'etiqueta trobada però dins del rang C3 a C7 o D3 a D7.

Ara, quan canviem el valor de la casella F4, canviaran les coordenades de J4 i J6. Això fa que tots els càlculs de les equacions (4.1) i (4.2) i les sumes es tornin a fer i donin un nou valor de il·luminació mitja per la nova etiqueta buscada.

Aquesta automatització és molt útil i fa que tot es faci canviant només una casella, però canviar la casella una vegada rere altra també requereix molt de temps, per tant, també es buscarà automatitzar-ho.

Per tal de que l'automatització funcioni s'han d'emmagatzemar les dades de la mitja de la il·luminació per cada etiqueta mentre canvien les etiquetes ja que, en cas contrari, es calcularien totes sense quedar registrades. La forma de guardar cada valor es fa amb una referència circular, utilitzant un altre condicional, i l'expressió és la següent:

$$= SI(CC = EB; VL; CA) \quad (4.3)$$

On:

CC: Casella que va canviant

EB: Etiqueta buscada

VL: valor de la il·luminació mitja

CA: Casella actual on va escrita la fórmula

D'aquesta manera, la fórmula està escrita a la casella actual (CA) i quan l'etiqueta que anem canviant (CC) sigui la que busquem (EB), CA donarà el valor de la il·luminació mitja per aquesta etiqueta (VL), i quan sigui una etiqueta diferent, es quedarà amb el valor que tenia anteriorment. Això vol dir que fins que passi pel valor buscat (EB) de l'etiqueta no tindrà el valor adequat, però un cop coincideixi l'etiqueta buscada amb la que varia (CC), es mantindrà el valor de la il·luminació mitja per molt que variï CC. Això s'ha de fer per cada fila variant CA i EB, ja que CC i VL són caselles fixes.

Per acabar aquesta automatització s'utilitza una Macro que faci avançar la casella CC per totes les etiquetes possibles. La Macro que s'ha fet servir és la de la figura següent:

```
Sub Macro1()
'
' Macro1 Macro
'
'Recorrer totes les etiquetes des de la fila 3 a la 16.384
For x = 3 To 16384

    Range("G3").Select
    ActiveCell.Value = "=L" & x

Next
End Sub
```

**Figura 4.2.** Codi de la Macro utilitzada

El que fa aquesta Macro és seleccionar la casella G3 (que seria CC en l'equació (4.3)) i fer que s'escrigui =L seguit del valor de x, que va variant de 3 a 16.384, de forma que a la casella s'escriu des de =L3 fins =L16384, passant per les 16.382 etiquetes escrites en aquest rang i obtenint totes les luminàncies mitges.

Després, s'agrupen els punts de llum per trams i es fa la mitja a cadascun d'ells, i a continuació es fa la mitja ponderada de tots els valors tenint en compte la superfície de cada tram, resultant així una il·luminació del quadre que servirà per calcular l'índex d'eficiència energètica del mateix. A continuació, es fa la mitja d'aquests índexs de tots els quadres i s'obté l'índex d'eficiència energètica mig de la ciutat de Mataró, trobant així l'etiqueta energètica buscada.

Finalment, es compara aquesta etiqueta energètica amb la d'altres pobles per tal d'analitzar si el resultat és positiu o negatiu, i, en el cas de que l'etiqueta energètica no sigui la millor (on la millor seria una A), proposar millores en els quadres més desfavorables per tal d'aconseguir una millor eficiència.

Un cop tractades les dades, queden dividides en diferents documents. A més, aquestes dades estan assignades als punts de llum i interessaria tenir les dades per trams per tal de fer els càlculs d'eficiència energètica.

Per tal, d'unir aquestes dades s'utilitza l'accés, que permet fer consultes utilitzant el llenguatge MySQL creant enllaços amb els diferents documents. Això permet visualitzar tant la potencia total com la mitja dels lux dels punts de llum continguts dins del tram, com es mostra a la Figura 4.3.

nombre	x_codigo	x_vias.x_descripcion	x_tramos_n.x_descripcion	LUX	POTENCIA
AB	C525	C. de Cosme Churruca	C. DE COSME CHURRUCA ENTRE PL. DE MIQUEL BIADA I C. DE FEDERICO	20,875	800
AB	C530	C. de Cosme Churruca	C. DE COSME CHURRUCA ENTRE C. DE FEDERICO CARLO GRAVINA I CA	15,8571428571429	1400
AB	M570	PL. de Miquel Biada	PL. DE MIQUEL BIADA ENTRE AV. DEL MARESME I C. DE COSME CHURRU	15,2	266
AB	M890	PG. Marítim	PG. MARÍTIM ENTRE AV. DEL PORT I C. DE SANT AGUSTÍ	5,5	200
AB	R060	CAMI Ral	CAMI RAL ENTRE C. DE LA COOPERATIVA I C. DE COSME CHURRUCA	19,3333333333333	600
AB	R065	CAMI Ral	CAMI RAL ENTRE C. DE COSME CHURRUCA I C. DE LEPANT	20,5555555555556	900
AE	M325	PTGE. de Marina de Llev	PTGE. DE MARINA DE LLEVANT ENTRE C. DE SANT ANTONI I C. DE SAN	5,5	200
AE	M330	PTGE. de Marina de Llev	PTGE. DE MARINA DE LLEVANT ENTRE C. DE SANT FRANCESC DE PAUL	9,25	196
AE	R075	CAMI Ral	CAMI RAL ENTRE C. DE SANT ANTONI I C. DE SANT JOAN	22,7272727272727	1100
AE	R080	CAMI Ral	CAMI RAL ENTRE C. DE SANT JOAN I C. DE SANT PERE	20,4444444444444	900
AE	S300	C. de Sant Francesc de F	C. DE SANT FRANCESC DE PAULA ENTRE PTGE. DE MARINA DE LLEVAN	19	490
AE	S305	C. de Sant Francesc de F	C. DE SANT FRANCESC DE PAULA ENTRE C. DEL CÓS I CAMI RAL	17,875	560
AE	S475	C. de Sant Pere	C. DE SANT PERE ENTRE C. DEL RACÓ DE SANT PERE I C. DE CRISTÒFOR	20,5	600
AE	S480	C. de Sant Pere	C. DE SANT PERE ENTRE C. DE CRISTÒFOR COLOM I CAMI RAL	15	800
AF	J065	C. de Jaume Ibran	C. DE JAUME IBRAN ENTRE C. DE SANT AGUSTÍ I C. DE SANT ANTONI	16,25	800
AF	R070	CAMI Ral	CAMI RAL ENTRE C. DE LEPANT I C. DE SANT ANTONI	15	470
AF	R135	La Rambla	LA RAMBLA ENTRE C. DE LEPANT I C. DE SANTA MARTA	8,45454545454546	440
AF	R140	La Rambla	LA RAMBLA ENTRE C. DE SANTA MARTA I C. DE SANTA TERESA	12,2857142857143	880
AF	R145	La Rambla	LA RAMBLA ENTRE C. DE SANTA TERESA I LA RIERA	16,8461538461538	1200
AF	S070	C. de Sant Agustí	C. DE SANT AGUSTÍ ENTRE C. DE FEDERICO CARLO GRAVINA I CAMI RA	13,6428571428571	448
AF	S545	BDA. de Santa Anna	BDA. DE SANTA ANNA ENTRE LA RAMBLA I CAMI RAL	38	500
AF	S550	PL. de Santa Anna	PL. DE SANTA ANNA	37,7692307692308	840
AF	T110	Muralla d'En Titus	MURALLA D'EN TITUS DES DE BDA. DE SANTA ANNA	36,6666666666667	480

Figura 4.3. Fragment del document en access utilitzat

Aquest llistat s'ha obtingut amb el codi mostrat a continuació:

```
SELECT ap_cenmando.nombre, x_tramos_n.x_codigo, x_vias.X_DESCRIPCION, x_tramos_n.x_descripcion, avg(ap_puntoluz.Lux) AS LUX, Sum(ap_puntoluz.POTENCIA) AS POTENCIA
FROM x_tramos_n, x_vias, ap_puntoluz, ap_cenmando, ap_circuito
WHERE ((x_tramos_n.x_via)=x_vias.X_CODIGO)
And ((ap_puntoluz.VIA)=x_vias.X_CODIGO)
And ((ap_puntoluz.x_estado_pl)<>'3')
And ((ap_puntoluz.CIRCUITO)=ap_circuito.RID)
And ((ap_circuito.CENMANDO)=ap_cenmando.rid)
And ((ap_puntoluz.x_tramo)=x_tramos_n.x_codigo)
GROUP BY ap_cenmando.nombre, x_tramos_n.x_codigo, x_vias.X_DESCRIPCION, x_tramos_n.x_descripcion
ORDER BY ap_cenmando.nombre;
```

Figura 4.4. Codi MySQL utilitzat per la consulta

## 5. Càlculs

A continuació es descriuran tots els càlculs realitzats per obtenir l'eficiència energètica partint dels resultats obtinguts en el tractament de les dades.

### 5.1. Càlcul de l'eficiència energètica

Per tal de calcular l'eficiència energètica ( $\varepsilon$ ) cal utilitzar la següent equació:

$$\varepsilon = \frac{S * E_m}{P} \quad (\text{Eq. 5.1})$$

On:

$\varepsilon$  : Eficiència energètica [ $\text{m}^2 * \text{lux}/\text{W}$ ]

S : Superfície del tram [ $\text{m}^2$ ]

$E_m$  : Il·luminació mitja del tram [ $\text{lux}$ ]

P : Potència del tram [W]

Un cop obtinguda l'eficiència energètica, es busca l'eficiència energètica de referència utilitzant la il·luminació mitja a la ITC-EA-01, concretament a la taula 3, que és la següent:

Tabla 3 – Valores de eficiencia energética de referencia			
Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\varepsilon_R$ $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\varepsilon_R$ $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
$\geq 30$	32	--	--
25	29	--	--
20	26	$\geq 20$	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	$\leq 5$	5
Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal			

**Figura 5.1.** Taula 3 de la ITC-EA-01 (Font: [13])

## 5.2. Càlcul de l'índex d'eficiència energètica

A continuació, es calcula l'índex d'eficiència ( $I_\varepsilon$ ) amb la fórmula següent:

$$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} \quad (\text{Eq. 5.2})$$

On:

$I_\varepsilon$  : Índex d'eficiència energètica [adim]

$\varepsilon$  : Eficiència energètica [ $\text{m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$ ]

$\varepsilon_R$  : Eficiència energètica [ $\text{m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$ ]

Per tal de facilitar la interpretació de la qualificació energètica es defineix l'índex de consum energètic (ICE), calculat de la forma següent:

$$ICE = \frac{1}{I_\varepsilon} \quad (\text{Eq. 5.3})$$

On:

ICE : Índex de consum energètic [adim]

$I_\varepsilon$  : Índex d'eficiència energètica [adim]

## 5.3. Etiqueta energètica









L'etiqueta energètica que caracteritza el consum d'energia de la instal·lació es mesura mitjançant una escala de lletres que va de la lletra A (la millor) a la lletra G (la pitjor).

Aquesta etiqueta energètica es troba amb la taula 4 de la ITC-EA-01, i és la que es mostra a continuació:

Tabla 4 – Calificación energética de una instalación de alumbrado.		
Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I_E > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_E > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_E > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_E > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_E > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_E > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_E \leq 0,20$

**Figura 5.2.** Taula 4 de la ITC-EA-01 (Font: [13])

Un cop s'hagi trobat l'etiqueta energètica es podrà enganxar a cada quadre utilitzant la plantilla següent:

Qualificació Energètica de les Instal·lacions d'Enllumenat	
<p>Més eficient</p> <p> A</p> <p> B</p> <p> C</p> <p> D</p> <p> E</p> <p> F</p> <p> G</p> <p>Menys eficient</p>	 A
<p>Instal·lació:</p> <p>Localitat/ Carrer:</p> <p>Horari de funcionament:</p> <p>Consum d'energia anual (kgWh/any):</p> <p>Emissions de CO<sub>2</sub> anuals (kgCO<sub>2</sub>/any):</p> <p>Índex d'eficiència energètica (I<sub>E</sub>):</p> <p>Il·luminació mitja en servei E<sub>m</sub> (lux):</p> <p>Uniformitat (%):</p>	

**Figura 5.3.** Etiqueta energètica d'exemple

## 6. Anàlisi de l'impacte ambiental

Després de la realització dels càlculs s'ha obtingut una etiqueta energètica per cada quadre, obtenint a la vegada una etiqueta global per tota la ciutat.

### 6.1. Estat actual

Les etiquetes dels quadres s'han obtingut amb els càlculs explicats anteriorment, resultant en una taula com la de la Figura 6.1 per cadascun dels quadres.

nombre	x_codigo	x_vias_x_descripcion	x_tramos_n.x_descripcion	POTENCIA	LUX	Superficie	€	€r	IE	IE (%sup)	IE (sup)	ICE	
AB	C525	C. de Cosme Churruca	C. DE COSME CHURRUCA ENTRE PL. DE MIQUEL BIADA I C. DE FEDERICO CARLO GRAVINA	800	20,88	540,78	14,111	26,53	0,532	0,1175696	0,062546	1,88	
AB	C530	C. de Cosme Churruca	C. DE COSME CHURRUCA ENTRE C. DE FEDERICO CARLO GRAVINA I CAMI RAL	1400	15,86	1158,73	13,1244	23,51	0,558	0,2519164	0,140606	1,792	
AB	M570	PL. de Miquel Biada	PL. DE MIQUEL BIADA ENTRE AV. DEL MARESME I C. DE COSME CHURRUCA	266	15,20	818,56	46,7749	23,12	2,023	0,177961	0,360039	0,494	
AB	M890	PG. Marítim	PG. MARÍTIM ENTRE AV. DEL PORT I C. DE SANT AGUSTÍ	200	5,50	563,21	15,4883	10,8	1,434	0,122446	0,1756	0,697	
AB	R060	CAMI Ral	CAMI RAL ENTRE C. DE LA COOPERATIVA I C. DE COSME CHURRUCA	600	19,33	700,81	22,5817	25,6	0,882	0,1523613	0,134397	1,134	
AB	R065	CAMI Ral	CAMI RAL ENTRE C. DE COSME CHURRUCA I C. DE LEPANT	900	20,56	817,57	18,6729	26,33	0,709	0,1777457	0,126039	1,41	
			Suma:			4599,66				Suma:	0,999227	1,001	B

**Figura 6.1.** Fragment de l'excel amb el càlcul de l'etiqueta del quadre AB

Amb l'obtenció d'una etiqueta energètica per cada quadre i fent una mitja de les seves eficiències, s'ha obtingut una etiqueta B per la ciutat, per tant, l'eficiència és molt bona però encara hi ha marge de millora. A continuació es mostra un fragment del document excel utilitzat:

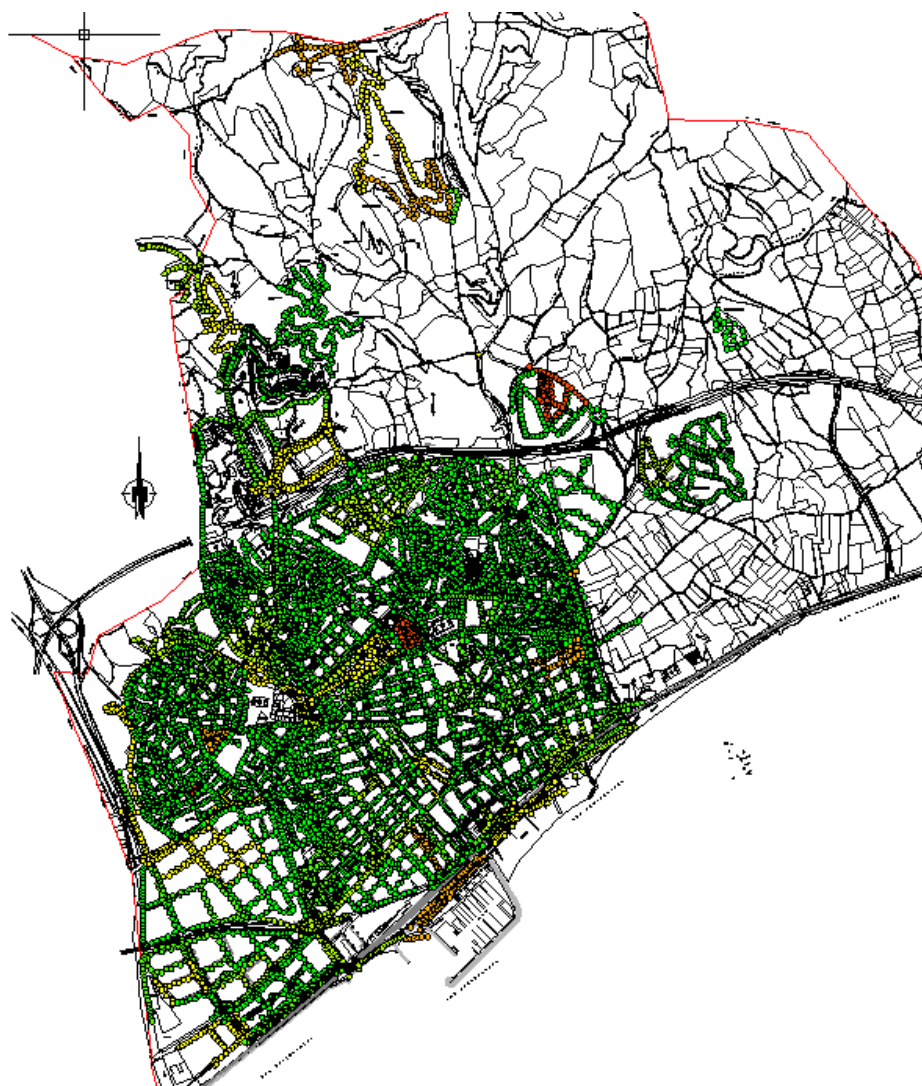
Quadre	Etiqueta ener.
A	-
AB	B
AE	A
AF	A
AG	B
AH	A
AI	D
AJ	A
AK	A
AL	B
AM	A
AN	A
AO	A
AP	B
AR	B
AS	A
AT	A
AU	A
AV	A
AX	A

**Figura 6.2.** Fragment de l'excel amb les etiquetes energètiques dels quadres

**Taula 6.1.** Resultats obtinguts per l'eficiència energètica dels quadres

A	117
B	38
C	20
D	17
E	8
F	3
G	0

Aquest resultat és molt bo, ja que hi ha una gran quantitat de quadres que tenen una qualificació energètica d'A, però caldria millorar primer els que estan pitjor per aconseguir que tinguin una eficiència energètica A per tal d'aconseguir una etiqueta energètica A a Mataró. A curt termini es pot aconseguir, ja que l'etiqueta energètica actual és una B amb una mitja de ICE de 0,9127 que s'hauria de reduir a un valor menor a 0,91.

**Figura 6.3.** Imatge de Mataró amb les etiquetes dels quadres per colors



Aquesta imatge mostra quin és l'estat actual de l'eficiència energètica de Mataró de forma més visual, on les zones verdes són les d'etiquetes A, B o C, les grogues són les etiquetes D i els tons més foscos són les etiquetes E i F, ja que no hi ha cap G. Es pot observar que la zona verda predomina a la part més cèntrica i les parts més fosques són per la zona més externa de la ciutat, encara que també n'hi ha alguna per la zona del centre.

## 6.2. Propostes de millora

Per tal de millorar l'eficiència energètica de la ciutat cal canviar les lluminàries amb tecnologies que consumeixen molta potència i són poc eficients. La tecnologia que té un estalvi energètic més alt és el LED, encara que també és una tecnologia més cara.

Encara que el LED sigui l'opció més cara, a mig termini s'amortitza, ja que la seva vida útil és més elevada i requereix de menys manteniment. A més, quan acaba la seva vida útil no es fon, sinó que baixa el nivell de lluminositat a un 70 % aproximadament, fet que permet tenir temps de sobra per canviar-lo quan faci falta sense tenir por de deixar el carrer a les fosques.

La forma més eficient de fer una reforma de l'enllumenat públic és fent un canvi massiu, que és la substitució d'un gran número de lluminàries alhora per unes altres. Aquests canvis es produeixen quan s'ha de fer un canvi significatiu per una obra o per un projecte de manteniment general. També s'utilitzen per canviar les làmpades a una tecnologia més eficient energèticament, com el LED. És molt utilitzat, ja que canviar les lluminàries una a una pot ser molt costós tant en temps com en preu, ja que es triga més, i això comporta pagar més hores als operaris.

Es proposa fer canvis en els quadres que tenen una etiqueta energètica de D, E i F a curt termini per poder tenir una bona eficiència energètica a tots els quadres i a mig termini fer canvis els quadres on hi ha etiquetes B i C per tal de tenir una A en tots els quadres de la ciutat. En aquest projecte es pressupostarà la millora dels quadres amb una etiqueta energètica de D, E o F, que són els quadres mostrats en el llistat següent:

**Taula 6.2.** Llistat de quadres a pressupostar

Quadre	AI	AY	BN	BU	CA	CL	CM	CN	CO	CR	CS	CU	CY	EA	EL	EP
Etiqueta	D	E	D	D	F	D	E	D	E	D	D	D	D	D	D	D

Quadre	HL	HX	HZ	IC	IF	IO	IT	IY	MG	MX	RJ	RM
Etiqueta	D	D	D	E	D	D	E	F	E	F	E	E

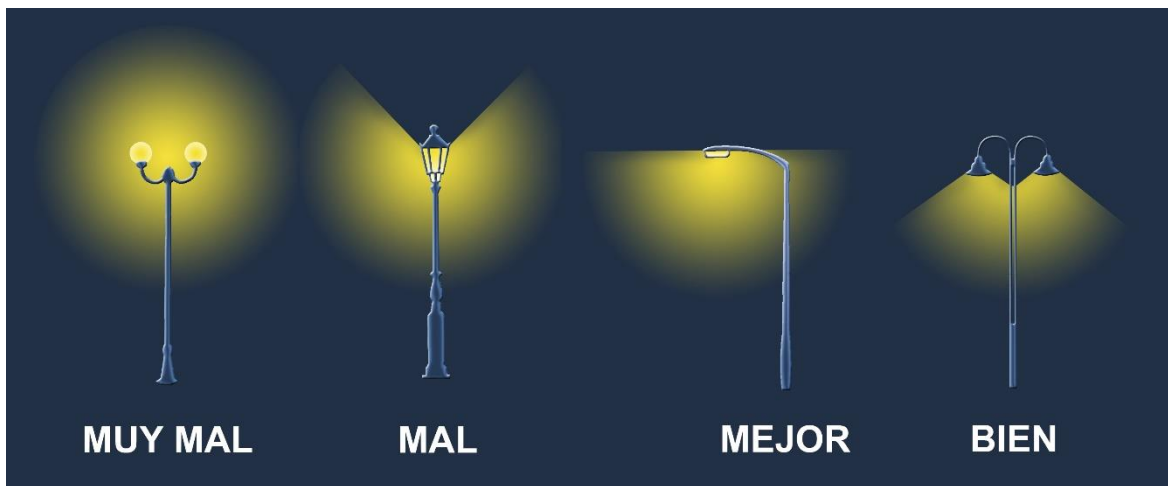
Per la realització del pressupost es canviaran tots els punts de llum que no siguin LED per un model LED de 60 W genèric a un preu de 300 € comptant la columna i comptant que es col·loquen 5 lluminàries

cada hora. També es considerarà que la grua es lloga 1 hora per transport de 8 columnes col·locades/ extrems que es sumarà a les hores de col·locació, és a dir, 1 hora per cada 8 columnes transportades més les hores de col·locació.

### 6.3. Impacte ambiental

Hi ha molts models de lluminàries que porten instal·lades des de l'antiguitat i que actualment no compleixen amb la normativa, que és molt restrictiva en quant a eficiència i contaminació lumínica, així com amb l'enlluernament, però degut al cost que comporta la seva substitució, continuen actives.

Una imatge que ajuda a comprendre millor el que és la contaminació lumínica és la següent:



**Figura 6.4.** Imatge descriptiva de la contaminació lumínica (Font: [10])

Portant a terme les propostes de millora es podria reduir significativament el nombre de lluminàries antigues que produeixen més contaminació tant de forma lumínica com pel medi ambient per l'ús de gasos amb mercuri en moltes d'elles, que en el cas de trencament, escaparia a l'exterior.

Amb l'ús dels LEDs no només s'apliquen els avantatges descrits anteriorment, sinó que també juga un paper molt important la seva direccionalitat, és a dir, es pot enfocar directament la zona requerida amb poca difusió de la llum.

Una cosa a tenir en compte amb el LED és que la seva llum pot enlluernar fins que l'ull no s'acostumi a la seva lluminositat, però un cop s'acostuma, és més adequada. Per aquesta raó, el LED fa la sensació de donar més llum de la que dona realment.

## 6.4. Comparació dels resultats amb altres pobles

S'ha vist que hi ha una bona eficiència energètica a Mataró, una etiqueta energètica de B, però per analitzar més en profunditat si el resultat és tan bo com sembla s'ha de comparar els resultats amb altres pobles propers per veure en què milloren i perquè.

S'ha optat per fer la comparació amb el poble d'Argentona, que és un dels pobles amb els que fa frontera i es tenen dades de la seva etiqueta energètica.

Per dur a terme la comparació s'ha de tenir en compte la diferència de mida de les dues localitats, per això, a l'hora de comparar el nombre de quadres per cada etiqueta es farà en percentatge.

En la població d'Argentona hi ha una etiqueta energètica de B, per aquesta raó és interessant veure quines són les semblances amb Mataró, ja que té la mateixa etiqueta.

A continuació es mostra una taula amb els resultats del nombre de quadres per etiqueta en percentatge d'Argentona:

**Taula 6.3.** Taula d'eficiència energètica per quadres en tant per cent d'Argentona

A	38,64
B	15,91
C	22,73
D	13,64
E	6,82
F	0,00
G	2,27

I ara es mostra la mateixa taula però de la ciutat de Mataró:

**Taula 6.4.** Taula d'eficiència energètica per quadres en tant per cent de Mataró

A	57,64
B	18,72
C	9,85
D	8,37
E	3,94
F	1,48
G	0,00

Comparant les dues Figures podem observar que el percentatge de quadres amb una qualificació A és molt més gran a Mataró i tot i així tenen la mateixa etiqueta. Això vol dir que Mataró està a prop de l'etiqueta A i que Argentona està més a prop d'una etiqueta C. Això es confirma mirant el ICE mig

de cada població, on Mataró té un ICE mig de 0,9127 i Argentona té un ICE mig de 1,0357. Per entendre millor aquestes dades s'ha de recordar que el l'etiqueta B va de 0,91 fins 1,09, per tant, a Mataró li falta molt poc per tenir una etiqueta energètica A.

Encara que Mataró estigui més a prop d'arribar a una etiqueta energètica d'A, per Argentona caldria una inversió menor per aconseguir que tots els quadres tinguessin una A, ja que Mataró té molts més quadres, aproximadament 5 vegades més. Per aquest motiu el pressupost només considera els quadres que estan en pitjor estat per canviar-los a curt termini.

Aquest projecte es podrà utilitzar com a base per una nova proposta per canviar els quadres que tenen una valoració de B o de C per tal d'aconseguir una etiqueta energètica d'A a tots els quadres de la ciutat.

## Conclusions

Després de la realització del treball, s'han obtingut molts coneixements sobre els estudis lumínics, tant en el procediment per dur-los a terme com en la normativa que han de complir.

A més, han augmentat els coneixements en excel i access, eines molt necessàries en el desenvolupament del procediment de tractament de dades i en els càlculs realitzats.

La conclusió que s'extreu amb la realització d'aquest treball és que la situació actual de la ciutat de Mataró en quant a l'eficiència energètica és molt bona, i a curt termini pot ser encara millor aplicant les propostes fetes en aquest mateix document, ja que està molt a prop de tenir una etiqueta energètica de qualificació A.

Aquesta millora suposa una inversió econòmica molt gran però val la pena per l'estalvi que suposarà en el futur i per la satisfacció que generarà tenir la ciutat ben il·luminada i molt conscienciada amb el benestar del medi ambient.



## Pressupostos

Pressupost per l'estudi realitzat			
Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Hores lloguer cotxe	24,00	50,00	1.200,00 €
Hores conductor cotxe	24,00	20,00	480,00 €
Cost hores enginyeria	720,00	25,00	18.000,00 €
Cost lloguer aparells	2,00	120,00	240,00 €
Total abans d'IVA			19.920,00 €
21 % IVA			4.183,20 €
Pressupost total			24.103,20 €

Pressupost canvi quadre AI			
Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	46,00	300,00	13.800,00 €
Retirar lluminàries antigues	46,00	150,00	6.900,00 €
Cost hores operaris	10,00	25,00	250,00 €
Hores lloguer grua	16,00	60,00	960,00 €
Total abans d'IVA			21.910,00 €
21 % IVA			4.601,10 €
Pressupost total			26.511,10 €

## Pressupost canvi quadre AY

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	82,00	300,00	24.600,00 €
Retirar lluminàries antigues	82,00	150,00	12.300,00 €
Cost hores operaris	17,00	25,00	425,00 €
Hores lloguer grua	28,00	60,00	1.680,00 €
Total abans d'IVA			39.005,00 €
21 % IVA			8.191,05 €
Pressupost total			47.196,05 €

## Pressupost canvi quadre BN

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	61,00	300,00	18.300,00 €
Retirar lluminàries antigues	61,00	150,00	9.150,00 €
Cost hores operaris	13,00	25,00	325,00 €
Hores lloguer grua	21,00	60,00	1.260,00 €
Total abans d'IVA			29.035,00 €
21 % IVA			6.097,35 €
Pressupost total			35.132,35 €



## Pressupost canvi quadre BU

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	56,00	300,00	16.800,00 €
Retirar lluminàries antigues	56,00	150,00	8.400,00 €
Cost hores operaris	12,00	25,00	300,00 €
Hores lloguer grua	19,00	60,00	1.140,00 €
Total abans d'IVA			26.640,00 €
21 % IVA			5.594,40 €
Pressupost total			32.234,40 €

## Pressupost canvi quadre CA

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	4,00	300,00	1.200,00 €
Retirar lluminàries antigues	4,00	150,00	600,00 €
Cost hores operaris	1,00	25,00	25,00 €
Hores lloguer grua	2,00	60,00	120,00 €
Total abans d'IVA			1.945,00 €
21 % IVA			408,45 €
Pressupost total			2.353,45 €

## Pressupost canvi quadre CL

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	63,00	300,00	18.900,00 €
Retirar lluminàries antigues	63,00	150,00	9.450,00 €
Cost hores operaris	13,00	25,00	325,00 €
Hores lloguer grua	21,00	60,00	1.260,00 €
Total abans d'IVA			29.935,00 €
21 % IVA			6.286,35 €
Pressupost total			36.221,35 €

## Pressupost canvi quadre CM

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	53,00	300,00	15.900,00 €
Retirar lluminàries antigues	53,00	150,00	7.950,00 €
Cost hores operaris	11,00	25,00	275,00 €
Hores lloguer grua	18,00	60,00	1.080,00 €
Total abans d'IVA			25.205,00 €
21 % IVA			5.293,05 €
Pressupost total			30.498,05 €

## Pressupost canvi quadre CN

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	76,00	300,00	22.800,00 €
Retirar lluminàries antigues	76,00	150,00	11.400,00 €
Cost hores operaris	16,00	25,00	400,00 €
Hores lloguer grua	26,00	60,00	1.560,00 €
Total abans d'IVA			36.160,00 €
21 % IVA			7.593,60 €
Pressupost total			43.753,60 €

## Pressupost canvi quadre CO

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	82,00	300,00	24.600,00 €
Retirar lluminàries antigues	82,00	150,00	12.300,00 €
Cost hores operaris	17,00	25,00	425,00 €
Hores lloguer grua	28,00	60,00	1.680,00 €
Total abans d'IVA			39.005,00 €
21 % IVA			8.191,05 €
Pressupost total			47.196,05 €

## Pressupost canvi quadre CR

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	20,00	300,00	6.000,00 €
Retirar lluminàries antigues	20,00	150,00	3.000,00 €
Cost hores operaris	4,00	25,00	100,00 €
Hores lloguer grua	7,00	60,00	420,00 €
Total abans d'IVA			9.520,00 €
21 % IVA			1.999,20 €
Pressupost total			11.519,20 €

## Pressupost canvi quadre CS

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	3,00	300,00	900,00 €
Retirar lluminàries antigues	3,00	150,00	450,00 €
Cost hores operaris	1,00	25,00	25,00 €
Hores lloguer grua	1,00	60,00	60,00 €
Total abans d'IVA			1.435,00 €
21 % IVA			301,35 €
Pressupost total			1.736,35 €

## Pressupost canvi quadre CU

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	11,00	300,00	3.300,00 €
Retirar lluminàries antigues	11,00	150,00	1.650,00 €
Cost hores operaris	3,00	25,00	75,00 €
Hores lloguer grua	5,00	60,00	300,00 €
Total abans d'IVA			5.325,00 €
21 % IVA			1.118,25 €
Pressupost total			6.443,25 €

## Pressupost canvi quadre CY

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	5,00	300,00	1.500,00 €
Retirar lluminàries antigues	5,00	150,00	750,00 €
Cost hores operaris	1,00	25,00	25,00 €
Hores lloguer grua	1,00	60,00	60,00 €
Total abans d'IVA			2.335,00 €
21 % IVA			490,35 €
Pressupost total			2.825,35 €

## Pressupost canvi quadre EA

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	67,00	300,00	20.100,00 €
Retirar lluminàries antigues	67,00	150,00	10.050,00 €
Cost hores operaris	14,00	25,00	350,00 €
Hores lloguer grua	23,00	60,00	1.380,00 €
Total abans d'IVA			31.880,00 €
21 % IVA			6.694,80 €
Pressupost total			38.574,80 €

## Pressupost canvi quadre EL

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	79,00	300,00	23.700,00 €
Retirar lluminàries antigues	79,00	150,00	11.850,00 €
Cost hores operaris	16,00	25,00	400,00 €
Hores lloguer grua	26,00	60,00	1.560,00 €
Total abans d'IVA			37.510,00 €
21 % IVA			7.877,10 €
Pressupost total			45.387,10 €

## Pressupost canvi quadre EP

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	126,00	300,00	37.800,00 €
Retirar lluminàries antigues	126,00	150,00	18.900,00 €
Cost hores operaris	26,00	25,00	650,00 €
Hores lloguer grua	42,00	60,00	2.520,00 €
Total abans d'IVA			59.870,00 €
21 % IVA			12.572,70 €
Pressupost total			72.442,70 €

## Pressupost canvi quadre HL

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	12,00	300,00	3.600,00 €
Retirar lluminàries antigues	12,00	150,00	1.800,00 €
Cost hores operaris	3,00	25,00	75,00 €
Hores lloguer grua	5,00	60,00	300,00 €
Total abans d'IVA			5.775,00 €
21 % IVA			1.212,75 €
Pressupost total			6.987,75 €

## Pressupost canvi quadre HX

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	53,00	300,00	15.900,00 €
Retirar lluminàries antigues	53,00	150,00	7.950,00 €
Cost hores operaris	11,00	25,00	275,00 €
Hores lloguer grua	18,00	60,00	1.080,00 €
Total abans d'IVA			25.205,00 €
21 % IVA			5.293,05 €
Pressupost total			30.498,05 €

## Pressupost canvi quadre HZ

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	76,00	300,00	22.800,00 €
Retirar lluminàries antigues	76,00	150,00	11.400,00 €
Cost hores operaris	16,00	25,00	400,00 €
Hores lloguer grua	26,00	60,00	1.560,00 €
Total abans d'IVA			36.160,00 €
21 % IVA			7.593,60 €
Pressupost total			43.753,60 €



## Pressupost canvi quadre IC

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	43,00	300,00	12.900,00 €
Retirar lluminàries antigues	43,00	150,00	6.450,00 €
Cost hores operaris	9,00	25,00	225,00 €
Hores lloguer grua	15,00	60,00	900,00 €
Total abans d'IVA			20.475,00 €
21 % IVA			4.299,75 €
Pressupost total			24.774,75 €

## Pressupost canvi quadre IF

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	22,00	300,00	6.600,00 €
Retirar lluminàries antigues	22,00	150,00	3.300,00 €
Cost hores operaris	5,00	25,00	125,00 €
Hores lloguer grua	8,00	60,00	480,00 €
Total abans d'IVA			10.505,00 €
21 % IVA			2.206,05 €
Pressupost total			12.711,05 €

## Pressupost canvi quadre IO

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	141,00	300,00	42.300,00 €
Retirar lluminàries antigues	141,00	150,00	21.150,00 €
Cost hores operaris	29,00	25,00	725,00 €
Hores lloguer grua	47,00	60,00	2.820,00 €
Total abans d'IVA			66.995,00 €
21 % IVA			14.068,95 €
Pressupost total			81.063,95 €

## Pressupost canvi quadre IT

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	14,00	300,00	4.200,00 €
Retirar lluminàries antigues	14,00	150,00	2.100,00 €
Cost hores operaris	3,00	25,00	75,00 €
Hores lloguer grua	5,00	60,00	300,00 €
Total abans d'IVA			6.675,00 €
21 % IVA			1.401,75 €
Pressupost total			8.076,75 €

## Pressupost canvi quadre IY

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	131,00	300,00	39.300,00 €
Retirar lluminàries antigues	131,00	150,00	19.650,00 €
Cost hores operaris	27,00	25,00	675,00 €
Hores lloguer grua	44,00	60,00	2.640,00 €
Total abans d'IVA			62.265,00 €
21 % IVA			13.075,65 €
Pressupost total			75.340,65 €

## Pressupost canvi quadre MG

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	42,00	300,00	12.600,00 €
Retirar lluminàries antigues	42,00	150,00	6.300,00 €
Cost hores operaris	9,00	25,00	225,00 €
Hores lloguer grua	15,00	60,00	900,00 €
Total abans d'IVA			20.025,00 €
21 % IVA			4.205,25 €
Pressupost total			24.230,25 €

## Pressupost canvi quadre MX

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	128,00	300,00	38.400,00 €
Retirar lluminàries antigues	128,00	150,00	19.200,00 €
Cost hores operaris	26,00	25,00	650,00 €
Hores lloguer grua	42,00	60,00	2.520,00 €
Total abans d'IVA			60.770,00 €
21 % IVA			12.761,70 €
Pressupost total			73.531,70 €

## Pressupost canvi quadre RJ

Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	63,00	300,00	18.900,00 €
Retirar lluminàries antigues	63,00	150,00	9.450,00 €
Cost hores operaris	13,00	25,00	325,00 €
Hores lloguer grua	21,00	60,00	1.260,00 €
Total abans d'IVA			29.935,00 €
21 % IVA			6.286,35 €
Pressupost total			36.221,35 €

Pressupost canvi quadre RM			
Concepte	Unitats	Preu/ unitat	Preu total
Lluminària nova LED 60 W	56,00	300,00	16.800,00 €
Retirar lluminàries antigues	56,00	150,00	8.400,00 €
Cost hores operaris	12,00	25,00	300,00 €
Hores lloguer grua	19,00	60,00	1.140,00 €
Total abans d'IVA			26.640,00 €
21 % IVA			5.594,40 €
Pressupost total			32.234,40 €



## Bibliografia

- [1] Aplicació web pel manteniment de Mataró: *Rosmiman*. Disponible amb contrasenya a: <https://manteniment.mataro.cat/Rosmiman8/default.aspx> (visitada per última vegada el dia 12 d'abril de 2018).
- [2] Web de Direct Industry. Disponible a: <http://www.directindustry.es/prod/ht/product-18971-458151.html> (visitada el dia 15 de novembre de 2017).
- [3] Web de Interempresas. Disponible a: [https://www.interempresas.net/Equipamiento\\_Municipal/FeriaVirtual/Producto-Alumbrado-publico-Atp-Iluminacion-APOLO-PLUS-55061.html](https://www.interempresas.net/Equipamiento_Municipal/FeriaVirtual/Producto-Alumbrado-publico-Atp-Iluminacion-APOLO-PLUS-55061.html) (visitada el dia 15 de novembre de 2017).
- [4] Web de Iluminación Roura. Disponible a: <http://iluminacionroura.es/productos-farolas-led-alumbrado-publico/columnas/> (visitada el dia 16 de novembre de 2017).
- [5] Web de Zaratren. Disponible a: <https://zaratren.com/zaratren/farolas/6892-farola-moderna-tipo-curved-1-foco-82-mm-blanco-frio-escala-h0-marca-mafen-ref-88126.html> (visitada el dia 16 de novembre de 2017).
- [6] Web de Membrilla. Disponible a: <http://www.membrilla.com/portal/index.php/opinion/esquetecresque/item/1045-la-farola> (visitada el dia 17 de novembre de 2017).
- [7] Web de Architonic. Disponible a: <https://www.architonic.com/es/product/santa-cole-macaya/1021574> (visitada el dia 17 de novembre de 2017).
- [8] Web de Archiexpo. Disponible a: [http://www.archiexpo.es/prod/modular-lighting-instruments/product-3838-1563224.html#product-item\\_1563167](http://www.archiexpo.es/prod/modular-lighting-instruments/product-3838-1563224.html#product-item_1563167) (visitada el dia 17 de novembre de 2017).
- [9] Web de Wellindal. Disponible a: [https://www.wellindal.es/iluminacion/c\\_iluminacion-exterior\\_ledsc4](https://www.wellindal.es/iluminacion/c_iluminacion-exterior_ledsc4) (visitada el dia 17 de novembre de 2017).
- [10] Web de cities at night. Disponible a: <http://citiesatnight.org/index.php/contaminacion-luminica/?lang=es> (visitada el dia 23 de gener de 2018).

[11] “Led. Ahorro energético en iluminación”. Web: Instalaciones y eficiencia energética. Disponible a: <https://instalacionesyeficienciaenergetica.com/led-ahorro-energetico-en-iluminacion/> (visitada per última vegada el dia 23 d’abril de 2018).

[12] “Iluminación led para alumbrado público: luminarias y farolas”. Web: Cambio energético. Disponible a: <https://www.cambioenergetico.com/blog/iluminacion-led-alumbrado-publico-luminarias-farolas/> (visitada per últim cop a 1 d’ abril de 2018).

[13] Ministerio de industria, energia y turismo. (2012). ITC-EA-01; Eficiencia Energética. *Boletín Oficial Del Estado*, 1-9.

[14] Ministerio de industria, energia y turismo. (2013). ITC-EA-02; Niveles de iluminación. *Boletín Oficial Del Estado*, 1-11.



## **Annex A**

### **A1. Càlculs**

Exemple de les dades de les coordenades dels quadres.

Matricula	Coordenada X	Coordenada Y	Estudi 1	Coordenada X	Coordenada Y	Estudi 2	Coordenada X	Coordenada Y	Estudi 3	Coordenada X	Coordenada Y
A001	453039,6335	4597829,8477	2,8	452455,8781	4598530,429	2,8	452784,136	4598401,883	18	453543,7104	459930,21
A002	453077,0099	4597847,4878	2,7	452458,0243	4598531,08	5,4	452783,3859	4598404,108	11,7	453545,1664	459932,539
A003	453050,9760	4597840,6542	3	452460,0576	4598531,697	13,1	452782,6358	4598406,333	13	453546,6858	459934,968
A004	453101,3049	4597872,3161	5,9	452465,2177	4598534,069	21,9	452782,1146	4598407,809	17,2	453548,2051	459937,398
A005	453080,9602	4597870,6411	8,9	452467,2699	4598534,993	15,2	452781,5561	4598409,39	13,1	453549,5907	459939,626
A006	453136,5993	4597907,9009	10,7	452469,2618	4598535,892	8,2	452780,9977	4598410,97	7,3	453551,1082	459942,067
A007	453112,6725	4597903,1215	9,9	452471,9641	4598537,617	5,2	452780,011	4598413,553	6,1	453552,5597	459944,401
A008	453159,6341	4597930,7101	4,6	452474,428	4598539,188	9,4	452779,084	4598415,979	6,7	453553,9889	459946,76
A009	453171,2744	4597943,5443	3,3	452476,5638	4598540,398	20,5	452778,0751	4598418,349	9,2	453555,3501	459949,007
A010	453182,7431	4597953,6674	3,4	452478,6107	4598541,556	25,8	452777,0301	4598420,804	11,6	453556,9154	459951,59
A011	453177,3183	4597960,6469	2,8	452480,5685	4598542,664	15,1	452776,1578	4598423,173	10,6	453558,4363	459953,96
A012	453174,5760	4597964,7604	2,5	452482,8012	4598543,883	6,5	452775,2543	4598425,626	10,5	453559,888	459956,222
A013	453171,9310	4597969,0257	2	452485,0339	4598545,102	6,8	452774,6532	4598427,814	9,8	453561,4089	459958,593
A014	453082,0575	4597837,5023	1,8	452487,2665	4598546,32	6,8	452774,0321	4598430,075	17,5	453562,8078	459960,658
A015	453100,3606	4597813,5595	2,1	452489,6374	4598547,415	14,1	452773,5625	4598432,669	16,3	453564,4276	459963,051
A016	453122,3948	4597785,4213	3,9	452491,8896	4598548,455	18,7	452773,0929	4598435,263	9,3	453565,9001	459965,225
A017	453144,1312	4597758,0275	8,8	452494,379	4598549,604	7,8	452772,6011	4598437,095	6,6	453567,394	459967,424
A018	453163,8915	4597731,3927	12	452496,977	4598550,778	5,3	452772,1093	4598438,927	5	453568,9627	459969,733
A019	453138,5204	4597705,7990	14	452499,5748	4598551,951	11,8	452771,6	4598440,824	5,2	453570,5314	459972,042
A020	453121,8072	4597689,2563	14,4	452502,049	4598553,07	24,2	452770,9104	4598443,753	7,2	453572,0051	459974,398
A022	453036,4094	4597806,3386	10,6	452504,6069	4598554,41	26,8	452770,2473	4598446,569	12,9	453573,4787	459976,755
A023	453023,6805	4597792,9514	11,3	452507,1647	4598555,749	11,7	452769,3999	4598449,457	16,4	453575,0261	459979,23
A024	453166,2455	4597975,0810	13,2	452509,7226	4598557,09	5,6	452768,6153	4598452,131	11,5	453576,5966	459981,81
A025	453173,2678	4597966,9150	16,2	452511,8703	4598557,979	4,7	452767,5818	4598454,1	12,4	453578,0983	459984,268
A026	453175,9471	4597962,4980	19,3	452513,9051	4598558,82	9	452766,588	4598455,994	13,3	453579,522	459986,602
A027	453178,7580	4597958,3159	22,8	452515,9398	4598559,662	18,1	452765,5943	4598457,887	18	453580,9189	459988,196
A028	453216,4372	4597787,1667	37,1	452518,0876	4598560,55	28	452764,6374	4598460,392	28,3	453582,2493	459989,714
A029	453203,6466	4597805,0657	60,6	452520,3456	4598561,393	24,8	452763,6806	4598462,896	22,9	453583,5131	459991,156
A030	453189,9050	4597820,2832	64,1	452522,4781	4598562,187	14,1	452763,0891	4598464,565	12,9	453584,8435	459992,674
A031	453179,7413	4597833,7255	48,7	452524,6106	4598562,982	8,8	452762,4975	4598466,235	7,4	453586,3801	459994,929
A032	453167,2826	4597848,4792	27,9	452526,8686	4598563,823	7,3	452761,906	4598467,904	5,7	453587,9975	459997,302
A033	453158,1025	4597861,5936	16,5	452529,1625	4598564,465	9,5	452761,1037	4598470,545	4,7	453589,615	459999,675
A034	453149,9060	4597872,7409	14,5	452533,283	4598565,073	22,2	452760,2728	4598473,281	4,2	453591,0181	460001,696
A035	453139,0866	4597886,5110	13,7	452536,0568	4598565,613	17,7	452759,4723	4598476,101	5,5	453592,4914	460003,817
A036	453127,6980	4597898,4009	13,4	452538,4598	4598566,169	8,1	452758,6409	4598478,843	10,8	453593,9647	460005,939
A036B	453127,6980	4597898,4009	13,8	452540,863	4598566,725	7,1	452757,7187	4598480,925	17	453595,4809	460008,186





Exemple del document amb les dades dels punts de llum.

RID	VIA	X_TRAMO	NUMERO	Mitja lux	Potència	Quadre
18.526	780	R060	AB001	17,307	100	AB
18.527	780	R060	AB002	21,891	100	AB
18.528	780	R060	AB003	18,546	100	AB
18.529	780	R060	AB004	14,547	100	AB
18.530	780	R060	AB005	17,887	100	AB
18.531	780	R060	AB006	24,736	100	AB
18.532	780	R065	AB007	23,049	100	AB
18.533	780	R065	AB008	28,043	100	AB
18.534	780	R065	AB009	33,041	100	AB
18.535	780	R065	AB010	26,478	100	AB
18.536	780	R065	AB011	20,852	100	AB
18.537	780	R065	AB012	15,660	100	AB
18.538	780	R065	AB013	14,565	100	AB
18.539	780	R065	AB014	12,933	100	AB
18.540	780	R065	AB015	9,806	100	AB
18.541	990	C530	AB016	22,714	100	AB
18.542	990	C530	AB017	15,673	100	AB
18.543	990	C530	AB018	15,460	100	AB
18.544	990	C530	AB019	13,764	100	AB
18.545	990	C530	AB020	11,223	100	AB
18.546	990	C530	AB021	11,583	100	AB
18.547	990	C530	AB022	16,033	100	AB
18.548	990	C530	AB023	16,673	100	AB
18.549	990	C530	AB024	16,127	100	AB
18.550	990	C530	AB025	16,682	100	AB
18.551	990	C530	AB026	12,092	100	AB
18.552	990	C530	AB027	11,992	100	AB
18.553	990	C530	AB028	18,313	100	AB
18.554	990	C530	AB029	23,004	100	AB
18.555	990	C525	AB030	26,600	100	AB
18.556	990	C525	AB031	25,375	100	AB
18.557	990	C525	AB032	17,017	100	AB
18.558	990	C525	AB033	13,700	100	AB
18.559	990	C525	AB034	17,150	100	AB
18.560	990	C525	AB035	25,050	100	AB
18.561	990	C525	AB036	25,475	100	AB
18.562	990	C525	AB037	17,067	100	AB
19.161	3290	M570	AB041	20,010	70	AB

del document amb els  
d'eficiència energètica.

Exemple  
càlculs

nombre	x. codigo	x. vias.x. description	x. tramos. n.x. description		POTENCIA	LUX	Superficie	ε	εr	IE	IE (%sup)	IE (sup)	ICE
AB	C525	C. de Cosme Churruga	C. DE COSME CHURRUGA	ENTRE PL. DE MIQUEL BIADA I C. DE FEDERICO CARLO GRAVINA	800	20,88	540,78	14,11	26,53	0,53	0,1175696	0,062546	1,88
AB	C530	C. de Cosme Churruga	C. DE COSME CHURRUGA	ENTRE C. DE FEDERICO CARLO GRAVINA I CAMI RAL	1400	15,86	1158,73	13,12	23,51	0,56	0,2519164	0,140606	1,79
AB	M570	PL. de Miquel Biada	PL. DE MIQUEL BIADA	ENTRE AV. DEL MARESME I C. DE COSME CHURRUGA	266	15,20	818,56	46,77	23,12	2,02	0,177961	0,360039	0,49
AB	M890	PG. Maritim	PG. MARITIM	ENTRE AV. DEL PORT I C. DE SANT AGUSTÍ	200	5,50	563,21	15,49	10,8	1,43	0,122446	0,1756	0,7
AB	R060	CAMI Ral	CAMI RAL	ENTRE C. DE LA COOPERATIVA I C. DE COSME CHURRUGA	600	19,33	700,81	22,58	25,6	0,88	0,1523613	0,134397	1,13
AB	R065	CAMI Ral	CAMI RAL	ENTRE C. DE COSME CHURRUGA I C. DE LEPANT	900	20,56	817,57	18,67	26,33	0,71	0,1777457	0,126039	1,41
							4599,66				0,999227		1
AE	M325	PTGE. de Marina de Llevant	PTGE. DE MARINA DE LLEVANT	ENTRE C. DE SANT ANTONI I C. DE SANT FRANCESC DE PAULA	200	5,50	341,36	9,387	10,8	0,87	0,0341063	0,029645	1,15
AE	M330	PTGE. de Marina de Llevant	PTGE. DE MARINA DE LLEVANT	ENTRE C. DE SANT FRANCESC DE PAULA I C. DE SANT PERE	196	9,25	678,34	32,01	16,8	1,91	0,0677749	0,129149	0,52
AE	R075	CAMI Ral	CAMI RAL	ENTRE C. DE SANT ANTONI I C. DE SANT JOAN	1100	22,73	2367,96	48,92	27,64	1,77	0,2365897	0,418836	0,56
AE	R080	CAMI Ral	CAMI RAL	ENTRE C. DE SANT JOAN I C. DE SANT PERE	900	20,44	1791,59	40,7	26,27	1,55	0,1790029	0,277349	0,65
AE	S300	C. de Sant Francesc de Paula	C. DE SANT FRANCESC DE PAULA	ENTRE PTGE. DE MARINA DE LLEVANT I C. DEL CÓS	490	19,00	1049,58	40,7	25,4	1,6	0,1048666	0,168026	0,62
AE	S305	C. de Sant Francesc de Paula	C. DE SANT FRANCESC DE PAULA	ENTRE C. DEL CÓS I CAMI RAL	560	17,88	1123,19	35,85	24,73	1,45	0,1122211	0,162723	0,69
AE	S475	C. de Sant Pere	C. DE SANT PERE	ENTRE C. DEL RACÓ DE SANT PERE I C. DE CRISTÒFOR COLOM	600	20,50	1267,36	43,3	26,3	1,65	0,1266256	0,208482	0,61
AE	S480	C. de Sant Pere	C. DE SANT PERE	ENTRE C. DE CRISTÒFOR COLOM I CAMI RAL	800	15,00	1389,34	26,05	23	1,13	0,138813	0,157222	0,88
							10008,72					1,551432	0,64
AF	J065	C. de Jaume Ibran	C. DE JAUME IBRAN	ENTRE C. DE SANT AGUSTÍ I C. DE SANT ANTONI	800	16,25	1450,59	29,47	23,75	1,24	0,1652313	0,204992	0,81
AF	R070	CAMI Ral	CAMI RAL	ENTRE C. DE LEPANT I C. DE SANT ANTONI	470	15,00	1271,02	40,56	23	1,76	0,1447771	0,255339	0,57
AF	R135	La Rambla	LA RAMBLA	ENTRE C. DE LEPANT I C. DE SANTA MARTA	440	8,45	1084,66	20,84	15,53	1,34	0,1235495	0,165835	0,75
AF	R140	La Rambla	LA RAMBLA	ENTRE C. DE SANTA MARTA I C. DE SANTA TERESA	880	12,29	1375	19,2	20,29	0,95	0,1566211	0,148211	1,06
AF	R145	La Rambla	LA RAMBLA	ENTRE C. DE SANTA TERESA I LA RIERA	1200	16,85	1037	14,56	24,11	0,6	0,1181208	0,071329	1,66
AF	S070	C. de Sant Agustí	C. DE SANT AGUSTÍ	ENTRE C. DE FEDERICO CARLO GRAVINA I CAMI RAL	448	13,64	684,11	20,83	21,64	0,96	0,0779244	0,075009	1,04
AF	S545	BDA. de Santa Anna	BDA. DE SANTA ANNA	ENTRE C. DE LEPANT I CAMI RAL	500	38,00	581,33	44,18	36,8	1,2	0,0662171	0,079498	0,83
AF	S550	PL. de Santa Anna	PL. DE SANTA ANNA		840	37,77	1052,33	47,32	36,66	1,29	0,119867	0,154703	0,77
AF	T110	Muralla d'en Titus	MURALLA D'EN TITUS	DES DE BDA. DE SANTA ANNA	480	36,67	243,11	18,57	36	0,52	0,0276917	0,014285	1,94
							8779,15					1,169203	0,86

Exemple del document de resultats de les etiquetes energètiques quadres.

Exemple del document amb les classificacions dels carrers.

Rid	Quadre	Codi	Descripció	Tipus Via	Classif.	Comentaris
1	A	2680	C. de Juan de la Cierva	ME4a	B	Quadre en obres
2	A	2450	C. d'Isaac Peral	ME5	B	Quadre en obres
3	A	3590	C. de Narcís Monturiol	ME4b	B	Quadre en obres
4	A	3830	PG. de Marina	S2	E	Quadre en obres
5	A	0	PAS Soterrani Juan de la Cierva	CE1	E	Quadre en obres
9	AB	780	CAMI Ral	ME3c	B	
10	AB	990	C. de Cosme Churruca	ME4a	B	
11	AB	3291	PAS de l'Estació	CE1	E	
12	AE	780	CAMI Ral	ME3c	B	
13	AE	4800	C. de Sant Pere	ME4a	B	
14	AE	4605	C. de Sant Felicià	ME4a	B	
15	AE	4620	C. de Sant Francesc d'Assís	CE2	E	
16	AF	780	CAMI Ral	ME3c	B	
17	AF	2810	La Rambla	CE1A	E	
18	AF	4900	PL. de Santa Anna	CE1A	B	
19	AF	3500	Muralla d'En Titus	ME4a	B	
20	AF	440	BDA. de Santa Anna	S1	D	
21	AF	1240	C. de Jaume Ibran	ME4a	B	
22	AF	4470	C. de Sant Agustí	S2	D	
23	AG	510	C. de Barcelona	CE1A	E	
24	AG	1221	PL. de la Peixateria	CE1A	E	
25	AG	1236	C. de Can Xammar	CE2	E	
26	AG	1237	PL. de Can Xammar	S1/S2/S3	E	
27	AG	420	BDA. de les Escaletes	S2	D	
28	AG	1350	C. de Na Pau	S2	D	
29	AG	4540	C. de Sant Cristòfor	S2	E	
30	AH	2820	La Riera	CE1A/ME4a	E	
31	AH	4190	C. d'En Pujol	S2	E	
32	AH	1220	C. d'En Pedró	CE1	E	
33	AI	1410	PL. de les Tereses	ME4a/S1/S3	E	
34	AI	5010	C. de Santa Teresa	CE1A	E	
35	AI	3410	C. de Montserrat	ME4a	B	
36	AI	4980	C. de Santa Marta	S2	E	
37	AJ	4710	C. de Sant Josep	CE1A	E	

Exemple del document access utilitzat per la classificació dels carrers segons els quadres.

nombre	x_codigo	x_vias.x_descripcion	x_tramos_n.x_descripcion	LUX	POTENCIA
AB	C525	C. de Cosme Churruca	C. DE COSME CHURRUCA ENTRE PL. DE MIQUEL BIADA I C. DE FEDERICO CARLO GRAVINA I CAMI RAL	20,875	800
AB	C530	C. de Cosme Churruca	C. DE COSME CHURRUCA ENTRE C. DE FEDERICO CARLO GRAVINA I CAMI RAL	15,8571428571429	1400
AB	M570	PL. de Miquel Biada	PL. DE MIQUEL BIADA ENTRE AV. DEL MARESME I C. DE COSME CHURRUCA	15,2	266
AB	M890	PG. Marítim	PG. MARÍTIM ENTRE AV. DEL PORT I C. DE SANT AGUSTÍ	5,5	200
AB	R060	CAMI Ral	CAMI RAL ENTRE C. DE LA COOPERATIVA I C. DE COSME CHURRUCA	19,3333333333333	600
AB	R065	CAMI Ral	CAMI RAL ENTRE C. DE COSME CHURRUCA I C. DE LEPANT	20,5555555555556	900
AE	M325	PTGE. de Marina de Llevant	PTGE. DE MARINA DE LLEVANT ENTRE C. DE SANT ANTONI I C. DE SANT JOAN	5,5	200
AE	M330	PTGE. de Marina de Llevant	PTGE. DE MARINA DE LLEVANT ENTRE C. DE SANT FRANCESC DE PAULA I C. DE SANT JOAN	9,25	196
AE	R075	CAMI Ral	CAMI RAL ENTRE C. DE SANT ANTONI I C. DE SANT JOAN	22,7272727272727	1100
AE	R080	CAMI Ral	CAMI RAL ENTRE C. DE SANT JOAN I C. DE SANT PERE	20,4444444444444	900
AE	S300	C. de Sant Francesc de Paula	C. DE SANT FRANCESC DE PAULA ENTRE PTGE. DE MARINA DE LLEVANT I C. DE SANT JOAN	19	490
AE	S305	C. de Sant Francesc de Paula	C. DE SANT FRANCESC DE PAULA ENTRE C. DEL CÓS I CAMI RAL	17,875	560
AE	S475	C. de Sant Pere	C. DE SANT PERE ENTRE C. DEL RACÓ DE SANT PERE I C. DE CRISTÒFOR COLOM I CAMI RAL	20,5	600
AE	S480	C. de Sant Pere	C. DE SANT PERE ENTRE C. DE CRISTÒFOR COLOM I CAMI RAL	15	800
AF	J065	C. de Jaume Ibran	C. DE JAUME IBRAÑ ENTRE C. DE SANT AGUSTÍ I C. DE SANT ANTONI	16,25	800
AF	R070	CAMI Ral	CAMI RAL ENTRE C. DE LEPANT I C. DE SANT ANTONI	15	470
AF	R135	La Rambla	LA RAMBLA ENTRE C. DE LEPANT I C. DE SANTA MARTA	8,45454545454546	440
AF	R140	La Rambla	LA RAMBLA ENTRE C. DE SANTA MARTA I C. DE SANTA TERESA	12,2857142857143	880
AF	R145	La Rambla	LA RAMBLA ENTRE C. DE SANTA TERESA I LA RIERA	16,8461538461538	1200
AF	S070	C. de Sant Agustí	C. DE SANT AGUSTÍ ENTRE C. DE FEDERICO CARLO GRAVINA I CAMI RAL	13,6428571428571	448
AF	S545	BDA. de Santa Anna	BDA. DE SANTA ANNA ENTRE LA RAMBLA I CAMI RAL	38	500
AF	S550	PL. de Santa Anna	PL. DE SANTA ANNA	37,7692307692308	840
AF	T110	Muralla d'En Titus	MURALLA D'EN TITUS DES DE BDA. DE SANTA ANNA	36,6666666666667	480
AG	B030	C. de Barcelona	C. DE BARCELONA ENTRE LA RIERA I PL. DE LA PEIXATERIA	45,2105263157895	1883
AG	E105	BDA. de les Escaletes	BDA. DE LES ESCALETES ENTRE CAMI RAL I PL. DE LA PEIXATERIA	42,4285714285714	700
AG	E120	BDA. de les Espenyas	BDA. DE LES ESPENYES ENTRE C. DE CAN XAMMAR I C. DE L'HOSPITAL	35,4	300
AG	P240	PL. de la Peixateria	PLAÇA DE LA PEIXATERIA	58,5	1815
AG	S205	C. de Sant Cristòfor	C. DE SANT CRISTÒFOR ENTRE PL. DE LA PEIXATERIA I C. DE CAN XAMMAR	56,5	400
AG	S210	C. de Sant Cristòfor	C. DE SANT CRISTÒFOR ENTRE C. DE CAN XAMMAR I C. DE NA PAU	24	60
AG	S215	C. de Sant Cristòfor	C. DE SANT CRISTÒFOR ENTRE C. DE NA PAU I PL. GRAN	45,5	850
AG	X010	C. de Can Xammar	C. DE CAN XAMMAR ENTRE C. DE SANT CRISTÒFOR I BDA. DE LES ESPENYES	28,1052631578947	1410
AG	X015	PL. Xica	PL. XICA	25,3333333333333	720
AH	P825	C. d'En Pujol	C. D'EN PUJOL ENTRE LA RIERA I C. DE SANT CRISTÒFOR	19,8421052631579	1900
AH	R285	La Riera	LA RIERA ENTRE MURALLA DE SANT LLORENÇ I C. DE SANT JOSEP	52,2	4524
AH	R290	La Riera	LA RIERA ENTRE C. DE SANT JOSEP I C. D'ARGENTONA	24,34375	2960
AH	R295	La Riera	LA RIERA ENTRE C. D'ARGENTONA I MURALLA DE LA PRESÓ	19,8571428571429	1400
AI	M750	C. de Montserrat	C. DE MONTSERRAT ENTRE CAMI RAL I PL. DE LES TERESSES	25,1666666666667	1800
AI	S590	C. de Santa Marta	C. DE SANTA MARTA ENTRE LA RAMBLA I PL. DE LES TERESSES	26,5454545454545	1100
AI	S610	C. de Santa Teresa	C. DE SANTA TERESA ENTRE LA RAMBLA I PL. DE LES TERESSES	50,5	640



## **A2. Plànols**

